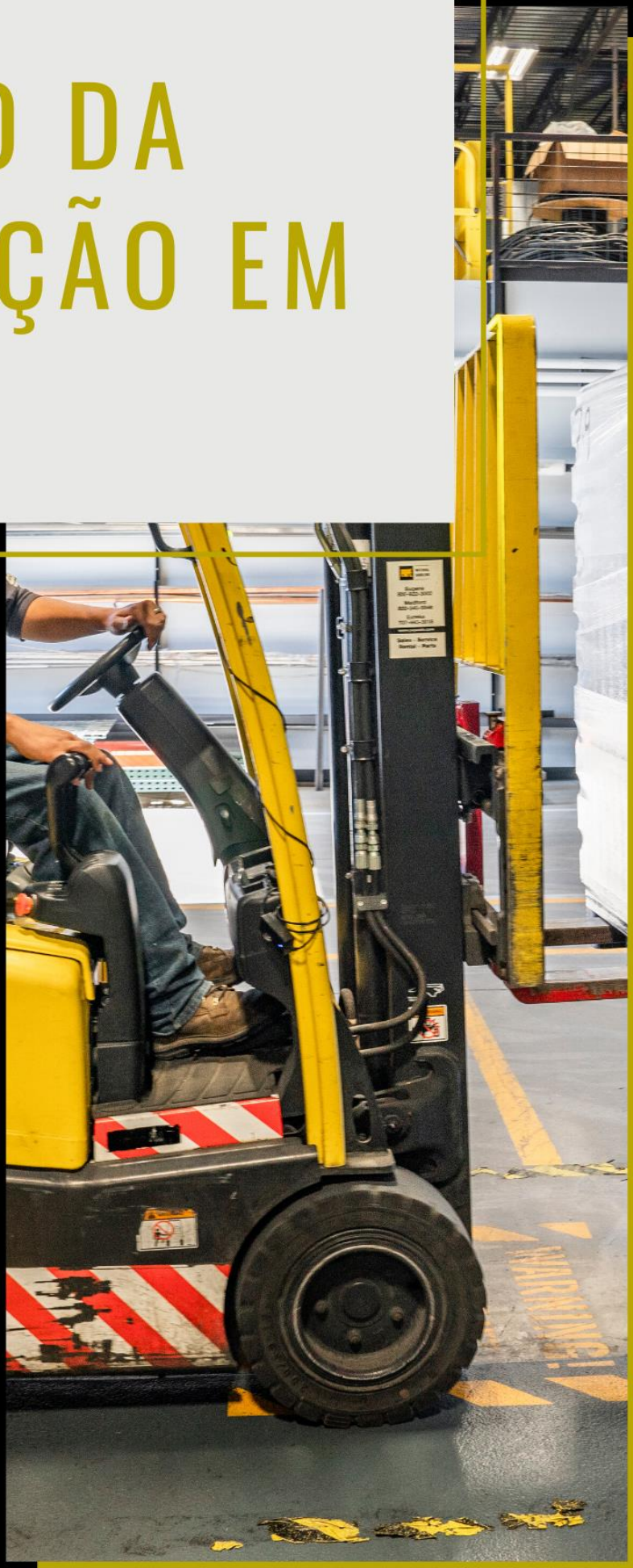
# GESTÃO DA PRODUÇÃO EM FOCO



Volume 41

Ano 2020

Editora Poisson

Editora Poisson

# Gestão da Produção em Foco
# Volume 41

1ª Edição

Belo Horizonte
Poisson
2020

**Editor Chefe:** Dr. Darly Fernando Andrade

**Conselho Editorial**
Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais
Ms. Davilson Eduardo Andrade
Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas
MS. Fabiane dos Santos
Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia
Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC
Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy
Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

**G393**
**Gestão da Produção em Foco - Volume 41/ Organização Editora Poisson – Belo Horizonte - MG: Poisson, 2020**

**Formato: PDF**
**ISBN:** 978-85-7042-213-2
**DOI:** 10.36229/978-85-7042-213-2

**Modo de acesso: World Wide Web**
**Inclui bibliografia**

1. **Gestão 2. Produção. 3. I. Título.**

**CDD-658**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

Baixe outros títulos gratuitamente em www.poisson.com.br
contato@poisson.com.br

# SUMÁRIO

**Capítulo 1:** Proposta de adoção de KPI's para o Departamento de Manutenção: Um estudo de caso em uma empresa de mineração ..... 7

Vânia Maria de Resende, Bruna Sales Ferreira Gonçalves, Maria Eduarda de Jesus Santos, André Filipe Lisboa
**DOI:** 10.36229/978-85-7042-213-2.CAP.01

**Capítulo 2:** Revisão de técnicas de otimização para qualidade, aninhamento e agendamento em processos de manufatura aditiva ..... 15

Fernando de Andrade Stela, Marcos Lajovic Carneiro
**DOI:** 10.36229/978-85-7042-213-2.CAP.02

**Capítulo 3:** A satisfação dos usuários quanto aos serviços prestados em uma Unidade Básica de Saúde (UBS) em Marabá-PA através da Ferramenta Servqual ..... 24

Eliani da Silva Gama, Luanna Gomes de Jesus, Iêdo Souza Santos, Alex Silva Pontes, Jardson Guilherme Paixão Lima
**DOI:** 10.36229/978-85-7042-213-2.CAP.03

**Capítulo 4:** Gerenciamento de Dados e Sistemas de Informação: A Base do Planejamento Estratégico ..... 33

Aline Pontes Hübner, Valnei Carlos Denardin, Paulo Roberto May, Ivete de Fátima Rossato, José Roberto de Barros Filho
**DOI:** 10.36229/978-85-7042-213-2.CAP.04

**Capítulo 5:** Gestão da inovação em organizações militares: Uma revisão sistemática da literatura ..... 44

Mateus Atique, Isaac Borges Mota, Lucas dos Santos Althoff, Edgard Costa Oliveira
**DOI:** 10.36229/978-85-7042-213-2.CAP.05

**Capítulo 6:** Análise do desenvolvimento da indústria 4.0 no Brasil em relação às principais potências industriais ..... 53

Matheus Costa Alcântara
**DOI:** 10.36229/978-85-7042-213-2.CAP.06

**Capítulo 7:** Análise da Competitividade dos Clusters no Setor de Joias e Folheados sob a ótica do Modelo Diamante de Competitividade de Porter ..... 62

José de Figueiredo Belém, José Eduardo de Carvalho Lima, Murilo Barros Alves, Frederico Romel Maia Tavares, Josiano Cesar de Sousa
**DOI:** 10.36229/978-85-7042-213-2.CAP.07

# SUMÁRIO

**Capítulo 8:** Aumento de disponibilidade de máquina onduladeira com manutenção preditiva através de sensores inteligentes, computação em nuvem e conceitos da indústria 4.0 ..... 69

Gilmar Antonio Adada Junior, Marcelo Vasconcelos Carvalho
**DOI:** 10.36229/978-85-7042-213-2.CAP.08

**Capítulo 9:** Implantação da eficiência global dos equipamentos (OEE) em uma fábrica de pequeno porte do setor metalúrgico ..... 79

Rafael Ovejaneda Moretti, Ethel Cristina Chiari da Silva
**DOI:** 10.36229/978-85-7042-213-2.CAP.09

**Capítulo 10:** Aplicação de Engenharia da Manutenção em Colhedoras de cana-de-açúcar numa Usina Sucroalcooleira do Triângulo Mineiro: Um Estudo de Caso ..... 88

Marcela Milan Pizzeco, Hebert Roberto da Silva
**DOI:** 10.36229/978-85-7042-213-2.CAP.10

**Capítulo 11:** Apreciação de riscos em máquinas de uma Indústria Alimentícia de Grande Porte – Estudo de caso ..... 100

Geraldo Magela Pereira da Silva, Isabela Márcia de Carvalho Luiz, Romário Aurelio Pereira da Silva
**DOI:** 10.36229/978-85-7042-213-2.CAP.11

**Capítulo 12:** Análise do risco tipo ruído nas atividades do serralheiro ..... 111

Amanda Niella de Souza, Gilmar Emanoel Silva de Oliveira
**DOI:** 10.36229/978-85-7042-213-2.CAP.12

**Capítulo 13:** Simulação do processo de dimensionamento da capacidade operacional de carregamento em uma base de distribuição de combustíveis ..... 126

Rafael Ferreira Almeida, Hellen Dianne Pereira de Souza
**DOI:** 10.36229/978-85-7042-213-2.CAP.13

**Capítulo 14:** Mapeamento e análise do processo de produção de agregados visando controle de estoques ..... 137

Silvana Silva, Valnei Carlos Denardin, Mauricio de Andrade Lima, José Roberto de Barros Filho
**DOI:** 10.36229/978-85-7042-213-2.CAP.14

# SUMÁRIO

**Capítulo 15:** Aplicação dos métodos de controle de estoque em uma loja de autopeças de pequeno porte ..... 145

Higor Elir de Masso Santos, Gustavo Yuho Endo, Lechan Colares-Santos, Marco Antonio Catussi Paschoalotto, Eric Vinicius Lucion
**DOI:** 10.36229/978-85-7042-213-2.CAP.15

**Capítulo 16:** Logística e gestão da cadeia de suprimentos: Uma revisão integrativa. 154

Kimberlee Josiene Bonatto, Lilian Vanessa Neris Souza, Deidson Vitorio Kurpel, Rafaela Aparecida de Almeida, Manon Garcia, Marta de Fátima Vencato
**DOI:** 10.36229/978-85-7042-213-2.CAP.16

**Capítulo 17:** A Sustentabilidade Econômica na Cadeia de Suprimentos das Indústrias de Calçados de Juazeiro do Norte – Ceará ..... 163

José de Figueiredo Belém, José Eduardo de Carvalho Lima, Murilo Barros Alves, Josiano Cesar de Sousa, Ramon Suassuna dos Santos
**DOI:** 10.36229/978-85-7042-213-2.CAP.17

**Capítulo 18:** Desafios e oportunidades da inclusão dos veículos elétricos na matriz de transporte ..... 169

Iuri Assunção Felippe, Vivieny Januth Zuffelato, Felippe Ribas Barboza, Adan Lúcio Pereira
**DOI:** 10.36229/978-85-7042-213-2.CAP.18

**Capítulo 19:** A degradação ambiental pela utilização de aditivos químicos como insumos de produtos industrializados ..... 179

João Victor Valenciano Rocha, Paulo Custódio do Nascimento, Vânia Érica Herrera, Marlene de Fátima Campos Souza, Edson Detregiachi Filho
**DOI:** 10.36229/978-85-7042-213-2.CAP.19

**Autores:** ..... 185

# Capítulo 1

## *Proposta de adoção de KPI's para o Departamento de Manutenção: Um estudo de caso em uma empresa de mineração*

*Vânia Maria de Resende*
*Bruna Sales Ferreira Gonçalves*
*Maria Eduarda de Jesus Santos*
*André Filipe Lisboa*

Resumo: O uso de ferramentas adequadas para medir o desempenho de uma organização facilita a tomada de decisão, identifica os desvios e aumenta dessa forma a competitividade da empresa frente aos concorrentes, visto que a crescente evolução das indústrias demanda constantemente equipamentos que apresentem bons desempenhos, surgindo desse modo os indicadores de desempenho para auxiliar esse entendimento através da obtenção de dados que ajudarão na medição de progresso da empresa, além de atuar como um meio de comunicação do plano estratégico, sendo importante o conhecimento de todos os colaboradores tanto dos indicadores operacionais quanto estratégicos, metas e objetivos estabelecidos.  nesse contexto, este artigo tem como objetivo analisar a proposta de indicadores de desempenho para o departamento de manutenção em uma empresa de mineração através de um modelo de avaliação de qualidade, apresentando as principais técnicas e conceitos com propósito de identificar e demonstrar o desempenho dos indicadores de manutenção através de cálculos guiados pela norma brasileira nbr 5462/1994, assim como demonstrar a necessidade da gestão do departamento de manutenção em analisar e acompanhar rotineiramente esses indicadores com a devida atenção.

Palavras-Chave: kpis, modelo de avaliação de qualidade, manutenção.

## 1. INTRODUÇÃO

A mensuração da qualidade deve ter como objetivo elementar possibilitar a sustentação da empresa no mercado, bem como agregar valor aos seus interessados e sua finalidade é alavancar o sucesso dos resultados da organização. Deming (1992, p. 113) é categórico ao afirmar que "não se gerencia o que não se mede; não se mede o que não se define; não se define o que não se entende; não há sucesso no que não se gerencia".

Apesar da relevância, porém, muitas organizações deixam de mensurar seus resultados, ou mesmo têm "um sistema de mensuração tão complexo que não mede o que realmente precisa ser medido", tornando o processo de decisão também complexo (CHIROLI, 2016, p. 80).

Mais do que simplesmente medir as variáveis que compõem um determinado processo ou serviço, apresentá-la da maneira mais simples, clara e direta possível tem efeito positivo na velocidade de tomada de decisão. Para tanto, estabeleceu-se o conceito de Indicadores Chave de Desempenho, também conhecido como KPIs (*Key Performance Indicators*), que visam justamente trazer à atenção dos gestores o que necessita de cuidados naquele momento. Quando se trata dos resultados em Manutenção, a agilidade na tomada de decisão é fator chave, pois dela dependem os resultados das operações da empresa e, por isso, deve ser tratada como um setor estratégico e não um simples centro de custos da companhia.

Diante disso, este estudo se propõe a identificar os KPIs do setor de manutenção de uma empresa de mineração a partir de um relatório anual fornecido. Dentre os objetivos específicos, identificaram-se os principais problemas enfrentados pelo departamento,tanto pelos desafios apresentados por esse como também pela análise dos dados relatados, bem como propõe-se uma estrutura de dados que favoreça análises futuras.

O relatório fornecido, porém, mostrou-se pouco eficaz para análise e, por conseguinte, para o processo de tomada de decisão. Analisando os objetivos estabelecidos pelo setor à luz dos desafios enfrentados por esse, este estudo busca oferecer uma nova estrutura de relatório, com referência nos KPIs, a fim de contribuir com a celeridade e assertividade do processo de tomada de decisão.

Este trabalho apresenta um estudo de caso que demonstra como pode ser feita a adoção de alguns indicadores-chave e sua potencial contribuição para a unidade de análise.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 GESTÃO DA QUALIDADE

Após passar por diversas eras e evoluir ainda nos dias atuais, o conceito de qualidade deixou de exigir apenas ausência de defeitos, sendo imprescindível o atendimento de maneira confiável, acessível e tempestivo às expectativas e necessidades dos clientes. A Gestão da Qualidade traz em seu arcabouço um conjunto de práticas estruturadas para examinar e administrar a organização sobre qualidade, não excluindo o planejamento, controle da garantia e melhoria da qualidade (CARVALHO et al.., 2005; CARVALHO; PALADINI, 2005).

Convém ressaltar o pensamento de Campos (2004), enfatizando que a qualidade envolve respostas significativamente rápidas às mudanças de especificações. Para que a resposta seja rápida, porém, é preciso que o tomador de decisões esteja imbuído de dados confiáveis, sobre os quais possa avaliar cenários e compreender efeitos das mudanças provadas.

### 2.2 INDICADORES DE DESEMPENHO

Objetivos, metas e resultados são o desdobramento das ações das empresas e uma forma de medir e acompanhar o desempenho planejado é utilizando indicadores de desempenho. Estes indicadores são expressões numéricas de um conjunto de aspectos considerados críticos para mensurar o desempenho atual da empresa e seu sucesso futuro (FERNANDES, 2004; PARMENTER, 2007; LÓTA;MARTINS, 2003).

Outra definição é atribuída pela FNQ (2008, p. 7) e reza que "um indicador de desempenho é um dado numérico a que se atribui uma meta e que é trazido periodicamente à atenção dos gestores de uma organização". Nesse sentido, é imprescindível a medida de desempenho de operações produtivas para que seja possível identificar as melhorias e estabelecer prioridades na organização. A quantidade de indicadores, porém, não obedece uma regra fixa, mas deve-se atentar para que seja grande o suficiente para uma visualização sistêmica do desempenho, mas também pequena a fim de que as ações na busca da

excelência não fique dispersa. Após a medição do desempenho, é papel dos gestores o questionamento à respeito do cenário a partir dos resultados obtidos, se o mesmo é indiferente, bom ou ruim (SLACK et al.., 2006; FISCHMANN; ZIBER, 1999).

A junção de um ou mais indicadores, por sua vez, geram os KPIs (*key performance indicators*) ou indicadores-chave de desempenho, que representam os aspectos vitais para a saúde do negócio. Um dos benefícios de sua utilização é a melhora do processo de tomada decisão, que pode ser feita mais rápida e assertivamente, pois se baseiam em dados confiáveis do negócio, atrelados às metas e, frequentemente, são monitoradas em tempo real (PARMENTER, 2007; NETO, 2009).

É necessário, porém, que a organização desenvolva sua própria cultura interna para os indicadores, sendo importante o conhecimento das principais tendências, pontos críticos e pontos minimamente aceitáveis, além de prezar pela confiabilidade da coleta de dados. Além disso, a escolha dos KPIs deve ser revista periodicamente ou sempre que os objetivos estratégicos da organização sofrerem alguma alteração, para que continuem sendo relevantes na mensuração do desempenho (GONÇALVES, 2007; FARIA, 2007).

## 2.3. MANUTENÇÃO EM MINERADORAS

Segundo a ABNT (1994), a manutenção aborda os tipos de ações essenciais para a conservação ou restauração de um componente, de modo que o mesmo possa continuar em conformidade com uma condição já estabelecida. As frequentes condições extremas de operação dos equipamentos em atividades mineradoras demandam especial atenção e cuidado na manutenção desses, para permitir que a empresa se mantenha competitiva, gerando bons resultados. O uso de indicadores, portanto, pode em muito contribuir para a qualidade do serviço de manutenção, não apenas monitorando os ativos, mas também garantindo o funcionamento em eficiência máxima, baixo custo, redução de falhas e maior produtividade (KARDEC, NASSIF, 2015).

Em geral, as atividades de manutenção se dividem em Manutenção preditiva, preventiva, corretiva e engenharia de manutenção. Os tipos de Manutenção preditiva e corretiva visam reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um equipamento, sendo realizada em intervalos predeterminados ou de acordo com critérios prescritos, levando em conta a real situação do maquinário (NBR 5462 - item 2.8.7). Esses tipos se referem à uma manutenção planejada e seus custos têm proporção menor em relação àquelas que são reativas, como é o caso da manutenção corretiva, cujo objetivo é realocar um item em condições de executar uma função requerida. Como esse tipo de manutenção ocorre após o ocorrência de um defeito, os custos podem acarretar trabalho extra, danos colaterais, além da indisponibilidade do equipamento, que interfere no custo de não produzir (NIU et al., 2010).

Assim, considerando-se os efeitos subjacentes que o não gerenciamento das atividades de manutenção possam causar, emerge a Engenharia de Manutenção como um recurso para otimizar os processos, sistemas e equipamentos norteada pelos índices de confiabilidade, disponibilidade e mantenabilidade.

## 3. METODOLOGIA

O presente artigo classifica-se como estudo de caso que, segundo Martins (2008), é sustentado por um referencial teórico, que orienta a análise de uma série de dados e informações levantadas por diversas técnicas de pesquisa. No caso deste, a coleta de dados se deu através de uma entrevista não estruturada com uma das gestoras da área de manutenção na tentativa de entender a dinâmica do setor sob sua perspectiva e complementar a isso, foi fornecido pela empresa o acesso ao relatório anual referente ao ano de 2017 o qual elucida como o departamento avaliava seu desempenho e a qualidade de seus processos. A escolha do ano de referência do relatório se justifica apenas como uma forma de preservar o sigilo das informações, entretanto é válido ressaltar que a estrutura do mesmo se mantém até o momento atual em que foi feito o estudo, conforme explicado pela entrevistada.

No que tange aos procedimentos metodológicos, utilizou-se de uma abordagem quantitativa e qualitativa de cunho exploratório conforme explica GIL (2017). O cunho quantitativo caracteriza-se por extrair informações numéricas do objeto de estudo, como aquelas relacionadas à estatística descritiva para caracterizar populações e suas amostras. Enquanto a pesquisa qualitativa, o pesquisador é o instrumento-chave e sua importância não se restringe a resultados do objeto estudado, mas sim na sua interpretação. Os estudos exploratórios buscam convicções e elucidações com o objetivo de adquirir maior ligação da realidade com o estudado.

## 4 . ESTUDO DE CASO

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa objeto de estudo é uma instituição privada de médio porte, no setor de mineração, localizada em Minas Gerais, cujo o foco é a extração e o beneficiamento do minério de ferro. Cerca de 5% do total do quadro de funcionários são voltados para os serviços de manutenção da frota de caminhões e maquinário utilizado e se dividem entre as funções de planejamento, mecânica e elétrica.

### 4.2 OS OBJETIVOS DO SETOR DE MANUTENÇÃO

Dentre os desafios descritos pelo setor objeto do estudo, destaca-se a redução de custos, aumento da disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, planejamento e controle de manutenção eficiente.

Para tanto, buscou-se aplicar os KPIs que auxiliassem no acompanhamento de variáveis e orientassem possíveis ações corretivas com menor tempo de análise de dados, favorecendo a celeridade da tomada de decisão gerencial, posto que é considerada uma informação como recurso estratégico.

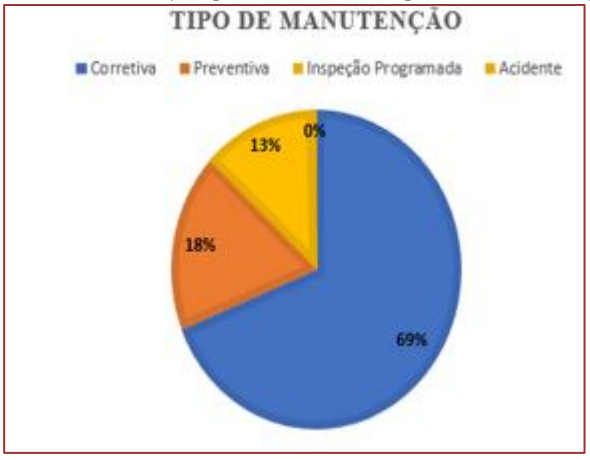
## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A forma inicial como os dados foram apresentados no relatório dificultavam a tomada de decisões, posto que demandava maior tempo de análise.

Veja, por exemplo, que as informações quanto ao tipo de manutenção eram apresentadas em gráfico de barras e com números absolutos. No entanto, a referência para a tomada de decisões se desponta em termos percentuais, como apontado por Teles (2018).

Neste sentido, tem-se que melhor seria outra forma de apresentação desses dados, como se expressa no Gráfico 1, demonstrando claramente que um dos principais problemas da empresa refere-se ao alto índice de manutenções corretivas se comparado às preventivas e às inspeções programadas.

Gráfico 1: Descrição percentual dos tipos de manutenção




Fonte: A partir do Relatório Anual de 2017.

Segundo Teles (2018), a manutenção corretiva (não planejada) deve ficar restrita a no máximo a 20% do total de ordens de serviço. O relatório da Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos – ABRAMAN (2017), porém, indica que a média dos setores de Mineração e Siderurgia no Brasil dedicam 60% das atividades em manutenção corretiva, a maior dentre os demais setores da pesquisa, que acumulam a média geral de 38%. Assim, ainda que a realidade brasileira para o setor esteja bem distante do idealizado, a empresa em estudo ainda a sobrepuja devendo, portanto, ser feita uma investigação dos motivos que reflete o índice de 68,8% de manutenção não planejada.

Para tal, formulou-se duas hipóteses na tentativa de entender o problema e assim buscar ferramentas para sua solução. A primeira hipótese é que o alto índice de manutenções corretivas seria explicado pela ineficiência das manutenções (preventivas e/ou corretivas) realizadas pela equipe no período ou, como

um segundo motivo é devido à falhas no planejamento das manutenções, acarretando em atrasos nos prazos estabelecidos entre revisões.

Feito isso, para comprovar ou excluir a primeira hipótese levantada, com base em dados, utilizar-se-á alguns KPIs que servirão como medidores de desempenho das manutenções realizadas e assim fornecer subsídios para que os gestores entendam o ocorrido em 2017 e possa assim, avaliar o cenário atual.

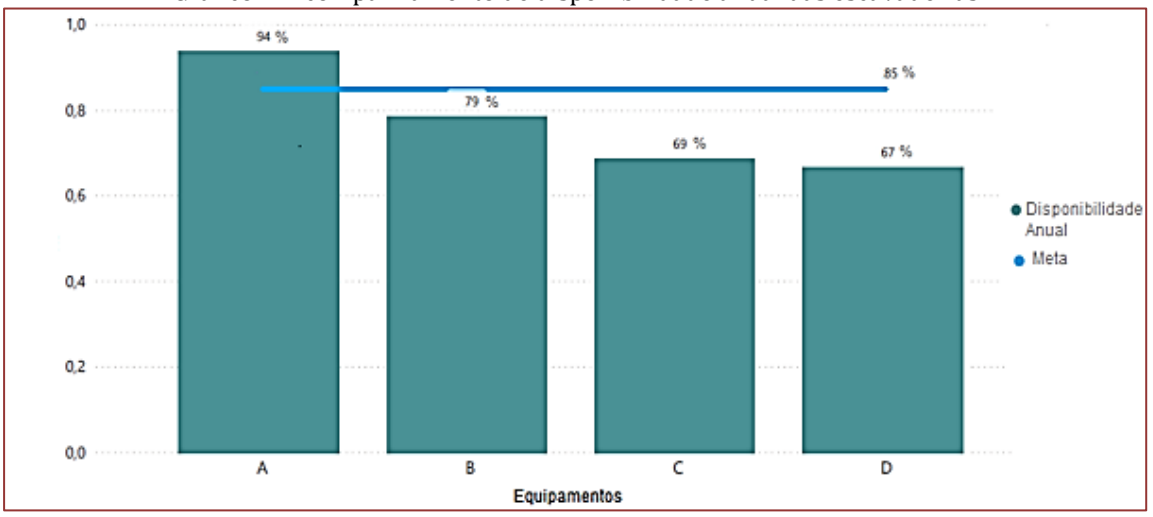
## 5.1 INDICADORES DE DESEMPENHO

### 5.1.1 DISPONIBILIDADE DA FROTA

Conforme o item 2.2.5 da NBR 5462/1994, a disponibilidade de um equipamento mede a capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, mantenabilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados. Com isso é possível afirmar que o indicador de disponibilidade dos equipamentos está diretamente ligado com a qualidade da manutenção corretiva sendo, portanto, insumo balizador de decisões por parte do setor de controle e planejamento da manutenção.

No relatório fornecido essa informação está disposta por equipamento, uma vez que se feito a média da disponibilidade de toda a frota a informação ficaria distorcida e pouco objetiva. O gráfico 2 evidencia a disponibilidade acumulada das diferentes escavadeiras comparadas com a meta anual.

Gráfico 2: Acompanhamento de disponibilidade anual das escavadeiras




Fonte: Dados do relatório anual de 2017

Conforme estabelece a norma, o cálculo utilizado para encontrar a disponibilidade de ativos utiliza como base medidas referenciais para a gestão da manutenção, ou seja, os tempos médios entre falhas (MTBF - Mean Time Between Failures) para itens reparáveis e os tempos médios até a recolocação dos ativos (MTTR- Mean Time to Repair), como é mostrado abaixo:

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Somatório do tempo em bom funcionamento (horas)}}{\text{número de falhas}} \quad (1)$$

Conforme Teles (2018) esse é um dos mais importantes aparatos probabilísticos no ramo de manutenção. A partir dele, é possível avaliar a acuracidade das manutenções corretivas realizadas, assim sendo quanto maior o valor do MTBF melhor é a eficiência da equipe.

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Somatório dos tempos para reparo (horas)}}{\text{Número de reparos}} \quad (2)$$

O contrário se dá para o MTTR, o qual quanto menor seu valor melhor, dado que este mede a facilidade da equipe em reparar uma determinado ativo.

Para o cálculo da disponibilidade dos equipamentos, é necessário ajuntar as expressões 1 e 2 em 3.

$$\%\text{Disponibilidade} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF+MTTR}} \; x\,100 \quad (3)$$

Segundo Teles (2018), o valor deste indicador para empresas de classe mundial deve ser maior que 90%. Entretanto, na empresa em estudo a meta é de 85 % para o período analisado, o que pelo gráfico é possível perceber um descompasso de aproximadamente 18% em relação ao idealizado tomando como exemplo a escavadeira D, competindo então ao setor de planejamento e controle analisar em seu histórico quais dos indicadores citados (1 ou 2) têm impedido de atingí-la.

### 5.1.2 INDICADOR DE CONFIABILIDADE

O indicador de confiabilidade dos equipamentos refere-se à capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas durante um dado intervalo de tempo. Em outras palavras, trata-se da probabilidade do item durar no intervalo determinado, conforme o item 2.2.6 da NBR 5462/1994.

Dito isso, verifica-se a importância da informação gerada por este indicador para os responsáveis pelo controle da manutenção e por conseguinte para cotidiano da operação da empresa. Entretanto, no relatório fornecido essa informação não é mostrada. Nesse sentido, apresentar-se-á seu cálculo de modo a complementar as ferramentas de subsídio à tomada de decisão do setor.

Para o cálculo deste indicador, utiliza-se o valor já encontrado de MTBF para o cálculo de Taxa de falhas dado pela expressão 4.

$$\lambda(t) = \frac{1}{MTBF} \quad (4)$$

Inserido o valor encontrado na expressão 4 em 5, obtém-se o indicador de confiabilidade.

$$R(t) = e^{-\lambda x t} \quad (5)$$

A partir do exposto, fica claro perceber que atuar de forma a aumentar o tempo médio até a falha (MTBF), acarreta no aumento da confiabilidade dos ativos, ou seja, melhora a probabilidade de bom funcionamento.

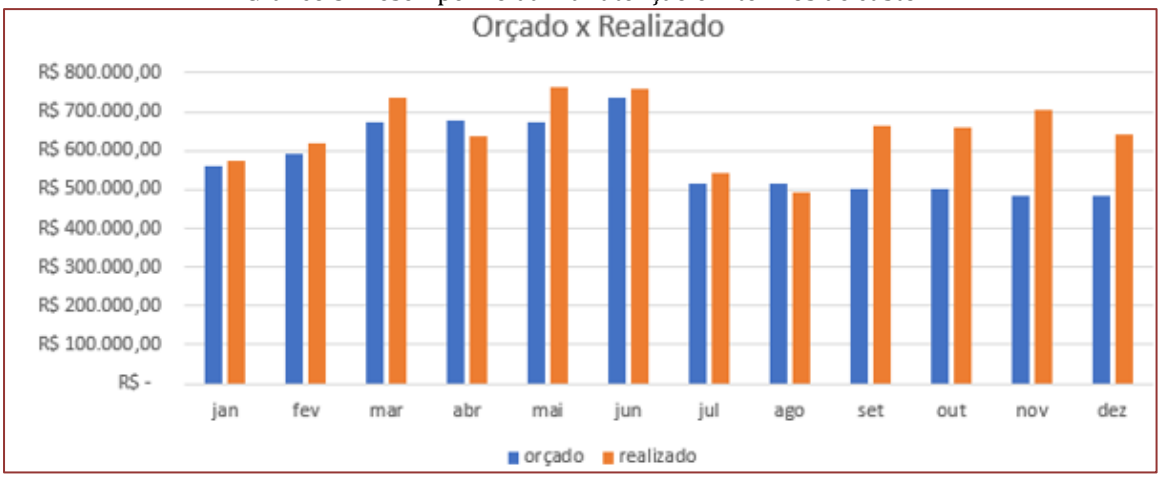


### 5.1.3 INDICADOR DE CUSTOS

A estrutura do relatório para o acompanhamento dos custos é formada através de uma comparação por gráfico de barras mês a mês entre o orçado e o realizado. Foi identificado, porém, que a falta de um referencial torna a informação pouco aproveitável em termos de análise e tomada de decisão. Considerando que os custos têm grande importância para o alcance dos objetivos organizacionais, e

inclusive está indicado como um dos objetivos do setor, mensurá-lo com base em uma referência possibilita uma compreensão mais assertiva que a mera leitura dos números brutos. O gráfico 3 compara o desempenho da manutenção planejado em relação ao executado em termos de custos.

Gráfico 3: Desempenho da manutenção em termos de custo




Fonte: Relatório (2017)

Neste sentido, a ABRAMAN (2017) aponta que a média da relação de custo da manutenção pelo faturamento nas empresas de Mineração e Siderurgia é de 5%. Entende-se ainda que estabelecer uma relação direta com o faturamento ajuda a interpretar possíveis incrementos de custos como proveniente de um natural aumento na demanda de equipamentos que estejam operando mais, ao passo que a análise pura poderia sugerir perda de eficiência do setor.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo demonstrou através de um modelo de avaliação da qualidade vinculado a proposta de KPIs no departamento de manutenção de uma empresa no setor de mineração que estes são medidas essenciais para a obtenção de sucesso nos resultados da organização, uma vez que analisar os indicadores mais vitais permite maior efetividade na melhoria dos processos, aumentando assim a satisfação e o rendimento do seu cliente interno (mineradora). Nesse sentido, o problema investigado sobre o elevado percentual de manutenções corretivas foi levantado e proposto hipóteses as quais seriam confirmadas a partir da utilização do modelo. Entretanto, a insuficiência de dados no relatório fornecido impediu que o veredito fosse declarado.

Por fim, aprecia-se que esse estudo pode servir como base para futuros trabalhos que tenham como objetivo similar ao apresentado incentivando outras empresas à utilização de indicadores de desempenho no auxílio do alcance dos resultados estratégicos.

## REFERÊNCIAS

[1] Associação Brasileira de Manutenção. Documento Nacional. Rio de Janeiro: Abraman, 2017. Disponível em: <https://docplayer.com.br/105100568-Resultado-do-documento-nacional-2017.html> Acesso em: 08/06/2019.

[2] Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1994. Rio de Janeiro. NBR 5462, Confiabilidade e mantenabilidade - terminologia. Rio de Janeiro, 37p.

[3] Campos, V. F. Controle da qualidade total (no estilo japonês). Nova Lima - Mg. Indg Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

[4] Carvalho, M. et al. Gestão da Qualidade – teoria e casos. Rio de Janeiro: Campus, 2005.

[5] Carvalho, M. M.; Paladini, E. P. Gestão da Qualidade: Teoria da Qualidade. Rio de Janeiro: Campos. 2005.

[6] Chiroli, D. M. G.. Avaliação de sistemas de qualidade. Curitiba: Saberes, 2016.

[7] Deming, W. E.. Qualidade: a revolução da administração. São Paulo: Saraiva, 1992.

[8] Faria, A.C.; Gestão de custos logísticos. Editora Atlas, 2007

[9] Fernandes, D.R. Uma contribuição sobre a construção de indicadores e sua importância para a gestão empresarial. Revista da FAE, 7(1), p.1-18, 2004.

[10] Fischmann, A.; Zilber, M. A. Utilização de indicadores de desempenho como instrumento de suporte à gestão estratégica. encontro da Anpad, 23., Anais.., 1999.

[11] Fundação Nacional da Qualidade - Fnq. Critérios de excelência. São Paulo: 2002.

[12] _____. Cadernos de Excelência: Processos. São Paulo: 2008.

[13] _____. Cadernos de Excelência: Resultados. São Paulo: 2008.

[14] _____. Cadernos de Excelência: Processos. São Paulo: 2006.

[15] Gil, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

[16] Gonçalves, Fábio. Forecast Excel Avançado 2003/2007. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2007.

[17] Kardec, A. Nascif, J.; Manutenção-Função Estratégica. Qualitymark Editora Ltda, 2001.

[18] Kardec, Alan; Nascif, Júlio; Manutenção função estratégica. 3 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda, 2010.

[19] Lóta, V. R. D.; Marins, F. A. S.; Determinação de indicadores de desempenho da Logística e do PCP. XXIII Encontro Nacional de Eng. de Produção, Ouro Preto, MG, 2003.

[20] Murça, V. A. A.;Aplicação da filosofia Lean na área da Manutenção. 101f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2012.

[21] Neves, M.A., Tudo sobre indicadores de desempenho na logística. Revista Mundo Logística, 2009.

[22] Slack, N.; Chambers, S.; Johnston, R. Administração da Produção. 2ª. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2002

[23] Parmenter, D. Key Performance Indicators (KPI): Developing, Implementing, and Using Winning KPIs. Hoboken: Wiley, 2007

[24] Sertek, P.; Guindani, R. A.; Martins, T. S.. *Administração e planejamento estratégico.* 3 ed. rev., atual. e ampl.. Curitiba: Ibpex, 2011.

[25] Slack, N.; Chambers, S.; Johnston, R. Administração da Produção: Edição Compacta. São Paulo: Atlas, 2006.

[26] Teles, Jhonata. Indicadores de Manutenção: Conheça os principais KPI's para Gestão da Manutenção! Ano2018. Disponível em:<https://engeteles.com.br/indicadores-de-manutencao/> Acesso em 08/05/2019.

# Capítulo 2

## *Revisão de técnicas de otimização para qualidade, aninhamento e agendamento em processos de manufatura aditiva*

*Fernando de Andrade Stela*
*Marcos Lajovic Carneiro*

Resumo: Essa revisão identifica as técnicas de otimização mais utilizadas para resolver problemas de otimização da produção com a manufatura aditiva. Os problemas foram classificados nas áreas de otimização do agendamento de filas de impressão, de aninhamento das peças na mesa de impressão, qualidade de impressão e desperdício de materiais. São indicadas as técnicas utilizadas para o tratamento destes problemas e apresenta-se uma revisão dos artigos mais relevantes que tratam desta área.

Palavras-chave: Manufatura aditiva; otimização; impressão 3d.

## 1 INTRODUÇÃO

A Manufatura Aditiva (MA) ou impressão 3D, desde a sua criação, vem evoluindo e sendo incluída em uma grande variedade de processos produtivos. A MA foi desenvolvida em 1986 por Charles Hull, com o desenvolvimento da estereolitografia, que é um processo que utiliza LAZER para solidificar as camadas de um objeto por meio de polímero líquido fotossensível (THOMAS; GILBERT, 2014), sendo a primeira tecnologia de MA a ser comercializada (BOGUE, 2013). Inicialmente, devido a capacidade de prototipagem rápida e econômica, a tecnologia de impressão 3D, foi utilizada por arquitetos e designers para produção de maquetes e protótipos estéticos (NGO et al., 2018). A MA foi a tecnologia pioneira no processo de criação de modelos de prototipagem rápida (BOGUE, 2013) conseguindo produzir objetos 3D, camada por camada, por meio de decomposição de fatias sem a subtração de material (BERMAN; ZARB; HALL, 2012).

As tecnologias mais comuns de MA são a estereolitografia (SLA), modelagem por fusão e deposição (FDM), manufatura de objetos por laminação (LOM), sinterização seletiva à laser (SLS), deposição direta de metal (DMD), deposição de metal por laser (SLM), impressão tridimensional com líquido aglutinante e janto de tinta (3DP) e modelagem por feixe direto de energia (EBM) (NGO et al., 2018) (HUANG et al., 2014). A tecnologia de MA oferece uma grande variedade de materiais, como polímeros de alto desempenho, cerâmica, concreto, vidro, alumínio, aço, alimentos, biomateriais e outros (WONG; HERNANDEZ, 2012) (NGO et al., 2018). A MA é capaz de produzir múltiplas partes potencialmente não relacionadas (BAUMERS et al., 2016) e aplicações diversificadas já foram encontradas na indústria aeroespacial, automotiva, odontológica, médica, de brinquedos, de moda e acessórios, artística, de arquitetura (BAHNINI et al., 2018), alimentícia (LIPTON et al., 2015) e de construção civil (NGO et al., 2018).

Atualmente, a tecnologia do processo FDM é popular, de código aberto e com uma grande diversidade de impressoras 3D comerciais de tamanhos compactos disponíveis para aquisição com preços acessíveis e baixos custos de manutenção (SONG; TELENKO, 2017). O Projeto Prusa Farm, por exemplo, agrupa em uma mesma sala, trezentas impressoras 3D com disponibilidade de operação de vinte quatro horas por dia e sete dias por semana. Futuramente o projeto Pruza Farm planeja atingir a quantidade de quinhentas impressoras 3D disponíveis para impressão (PRUSA, 2019). Esse novo modelo de produção, apresenta novos desafios e paradigmas para otimização de um processo produtivo integrado com MA, sendo necessário apresentar um modelo que meça os custos e resolva problemas de agendamento dessas atividades produtivas (FERA et al., 2018a).

O surgimento destas printing farms é recente e, portanto, poucos trabalhos de revisão a respeito das técnicas que tem sido aplicada para otimizar esse tipo de indústria foram publicados até então. Esse trabalho tem como principal contribuição, revisar e organizar o conhecimento já produzido sobre os modelos e os métodos de otimização dos processos produtivos para a MA. Os artigos da revisão foram organizados nos seguintes grupos técnicos: otimização de agendamento de filas, aninhamento, qualidade de impressão e desperdício de materiais.

Esse artigo foi organizado em 4 seções. A seção 2 apresenta a metodologia de pesquisa utilizada nessa revisão. A seção 3 contempla as aplicações de otimização de processos para tecnologia de MA e as soluções encontradas na literatura para otimização. A seção 4 apresenta as conclusões.

## 2 METODOLOGIA

Uma revisão bibliográfica consiste em um processo de pesquisa da literatura que reúne e organiza o conhecimento de trabalhos científicos já publicados sobre um tema específico (LAKATOS; MARCONI, 2003). A ferramenta de busca utilizada para o levantamento bibliográfico foi o GoogleScholar. A pesquisa foi realizada com as palavras chaves: “optimization additive manufacturing”, “optimization 3d printing”, “scheduling additive manufacturing”, “review optimization additive manufacturing”, “scheduling problem additive manufacturing”, “optimization problem scheduling 3d printing”. Após o levantamento bibliográfico, foram identificadas e selecionadas as obras que eram mais relevantes para o tema de otimização de processos em MA.

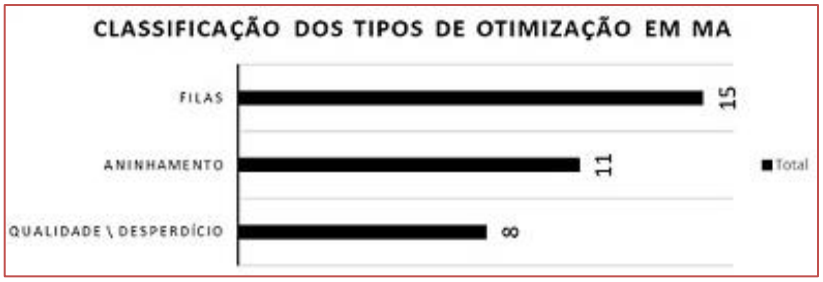
Para identificação das obras selecionadas foi utilizada a técnica de fichamento em uma planilha eletrônica, para imputar os dados dos resumos dos artigos classificados como relevantes para o tema (LAKATOS; MARCONI, 2003). Esse artigo faz referência aos trabalhos científicos que são relevantes para o tema de otimização dos processos produtivos em MA, que foram publicados desde 2013. A classificação dos artigos da revisão foi feita através da leitura do resumo onde foi possível identificar os artigos que tinham como assunto o tema de otimização de seus processos de MA.

A Figura 1, representa como resultado da pesquisa, a quantia de 34 artigos científicos, agrupados por ano de publicação, que contribuíram para a solução do problema de otimização dos processos de produção de MA. Foi observado um crescente aumento por ano, do número de publicações de artigos científicos que tem como o tema do estudo a otimização dos processos de MA.

FIGURA 01 – Artigos publicados de otimização de processo de MA (2013-2019).

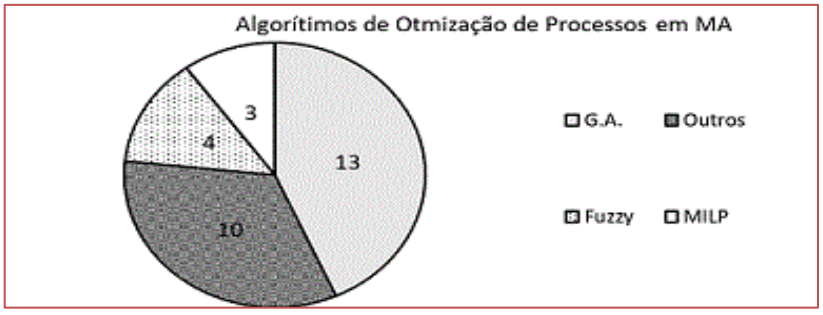
Foi possível definir a quantidade e agrupar os problemas de otimização de processos de MA nas categorias: problema de qualidade e desperdício, de aninhamento e de agendamento conforme demostrado na Figura 2.

FIGURA 2 – Identificação dos tipos de trabalhos em otimização em MA e seu quantitativo desde 2013.




Nos últimos cinco anos, a técnica de otimização por Algoritmos Genéticos (AG) foi a proposta mais amplamente utilizada na literatura revisada para resolver problemas de otimização de processos de MA conforme demostrado na Figura 03. Outros algoritmos de otimização foram utilizados como o mixed-integer linear programming (MILP) e lógica FUZZY. Algoritmos próprios de otimização, heurísticas e outros em números menores de utilização foram classificados como Outros.

FIGURA 03 – Algoritmos de Otimização de processos em MA.






Vale ressaltar que a quantidade de algoritmos de otimização de MA é menor do que a quantidade de artigos selecionados. Isso ocorre pelo fato de que o problema de qualidade e desperdício são solucionados na sua maioria através da observação dos parâmetros de impressão e das configurações da impressora 3D, sendo assim, podendo não ser utilizados algoritmos de otimização.

## 3 APLICAÇÕES DE OTIMIZAÇÃO NOS PROCESSOS DE MA

A otimização dos processos de MA é de natureza de nível NP-HARD. Para esse tipo de problema, os AGs, por serem não determinísticos, são amplamente utilizados para sua resolução, especialmente quando se considera variáveis discretas ou mistas, devido à sua simplicidade e conveniência (ZHANG et al., 2018). Para a solução do problema de otimização de filas de impressão 3D também podem ser usados os algoritmos de otimização de colônias (ACO), enxame de partículas (PSO), balanceamento de agendamento, tipos de heurística como pesquisa tabu e recozimento simulado, (MAI et al., 2016) (FERA et al., 2018a). Conforme já mencionado anteriormente (figura 02), os problemas de otimização foram classificados como problema de qualidade e desperdício, problema de aninhamento e problema de agendamento. A seguir, uma discussão sobre os problemas de otimização e as técnicas de otimização que foram aplicadas para solução dos problemas encontrados nessa revisão.

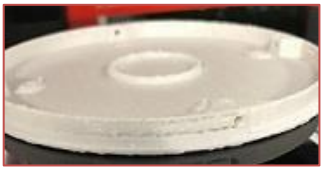
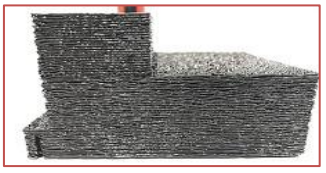
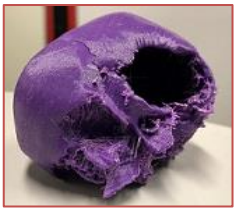
### 3.1. PROBLEMA DE QUALIDADE E DESPERDÍCIO

A tecnológica de MA, em condições ideais, deve ter como único desperdício, a quantidade de material utilizada para construção de suportes e camadas de auxílio à aderência na mesa de impressão (rafts e skirts). Com relação às impressoras 3D convencionais, elas possuem uma grande possibilidade de falhas na impressão que tendem a ser maiores devido as falhas ocasionadas por erros humanos ou de impressão (SONG; TELENKO, 2016).

Os parâmetros de impressão e o tipo de material podem influenciar na quantidade de desperdício de tempo e material. Podem ser citados 8 parâmetros como principais: 1) a temperatura do bico extrusor; 2) a velocidade de extrusão do material; 3) o diâmetro do orifício do bico; 4 e 5) a espessura e densidade do filamento; 6) a altura da camada; 7) a espessura das paredes da peça; 8) a orientação das paredes (KADAM, 2018). As falhas de impressão 3D podem ocorrer por 9 fatores principais: 1) pela interrupção da extrusão do filamento; 2) por aquecimento não adequado; 3) pela impressão incompleta de um dos lados do objeto; 4) pela mudança do eixo da camada impressa anteriormente; 5) por suporte não fixado corretamente; 6) por interrupção da impressão por falha da impressora; 7) por calibração insuficiente das partes da impressora; 8) por falha de impressão de camadas; 9) erro no arquivo gerado para impressão (SONG; TELENKO, 2016). Na Tabela 1, está exemplificado com algumas imagens, os erros mais comuns de impressão 3D por FDM.

A otimização de materiais acontece quando não ocorre falhas do processo de impressão 3D. Falhas podem acontecer inicialmente por um arquivo de impressão mal formado levando a desperdício de material, tempo e danos potenciais causados na impressora impactando no custo de produção (GOPSILL; HICKS, 2018). Os fatores que causam maior probabilidade de influência na qualidade da impressão 3D, são a velocidade de impressão e o número de contornos da peça a ser impressa (DURÃO et al., 2019).

TABELA 1 -Imagens de objetos com erros de impressão 3D.

| Falha de camadas | Aquecimento inadequado do bico | Aquecimento inadequado da mesa |
|---|---|---|
|  |  | |
| **Interrupção da impressão** | **Calibração insuficiente** | **Lado do objeto incompleto** |
| | |  |

Investigando as desvantagens para a proposta de MA por FDM, Asadollhi-Yazdi, Gardan e Lafon (2018), utilizaram o AG NSGA II (Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm II ) para resolução de um problema de otimização bi-objetiva para encontrar valores ótimos de espessura de camada e ângulos de orientação, minimizando o tempo de produção e a massa do material em relação à qualidade superficial. Para diminuir a quantidade de trabalhos descartados por problemas relacionados a qualidade, Chen e Wang (2019) utilizaram lógica FUZZY para resolver o problema.

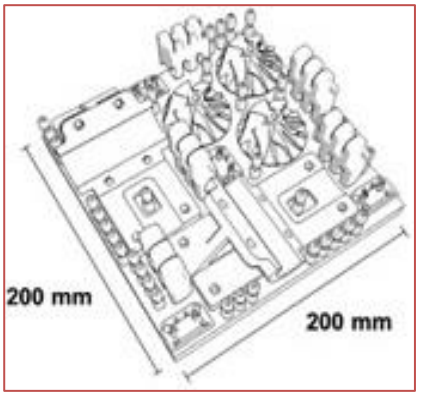
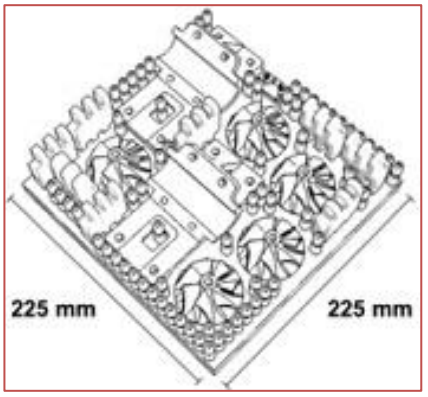
Para minimizar o consumo de material, tempo de impressão e precisão dimensional da peça é necessário o nivelamento da superfície (DURÃO et al., 2019). Para obter uma superfície lisa e bem acabada, a espessura das camadas e a velocidade de extrusão devem ser elevadas e a largura de estrada (caminho de filamento depositado) ter níveis baixos (ANITHA; ARUNACHALAM; RADHAKRISHNAN, 2001).

Com foco na redução do consumo de energia, qualidade e eficiência do processo de impressão 3D, pode-se alcançar a otimização desses processos utilizando técnicas estatísticas de uma base de dados. Durante o processo de produção, são armazenas as informações de produção em um banco de dados todas as informações do processo produtivo da impressão 3D em tempo real. Essa eficiência é alcançada otimizando os parâmetros do processo de impressão e conseguindo a minimização do tempo de processamento, a rugosidade da superfície e o consumo de energia (MAJEED; LV; PENG, 2019).

## 3.2 PROBLEMA DE ANINHAMENTO

Atualmente as soluções de otimização do problema de aninhamento consistem em colocar o maior número possível de peças em uma mesma mesa de impressão.(WANG et al., 2019). A Tabela 2 demonstra o resultado de um algoritmo de empacotamento utilizado por Baumers et al. (2016) que aninha o volume máximo das peças nas mesas de impressão com restrição a suas dimensões.

TABELA 2 – Aninhamento de objetos na mesa de impressão.

| Peças para impressão | Aninhamento em mesa de 200mm | Aninhamento em mesa de 225mm |
|---|---|---|
| |   |   |

Fonte: (BAUMERS et al., 2016)

Canelldis, Giannatsis e Dedoussis (2013) fizeram o uso de uma metodologia de otimização com AG para fabricação de diferentes partes de um projeto de impressão 3D. WU et al., (2014), desenvolveu AG Multi-objetivo modificado que foi aplicado para solucionar o problema de aninhamento de peças na mesa de impressão. A partir do desenvolvimento de um algoritmo matemático próprio, Paul e Anand (2015) otimizaram a criação de suportes para impressão reduzindo o desperdício de materiais por erros ocorridos pela orientação do objeto na mesa de impressão. Utilizando técnicas de AG, Zhang, Gupta e Bernard (2016), apresentaram a resolução de um problema de complexidade computacional NP-HARD 3D que aproveitou o espaço total da mesa de impressão, maximizando a capacidade de peças aninhadas em uma mesma mesa de impressão. Para alocar o máximo de peças em uma única mesa de impressão,

Com base em otimização multi-objetivo para orientação de um lote de peças para várias impressoras, Ransikarbum et al (2017) propôs um modelo que dá suporte a decisão de aninhamento de peças na mesa de impressão considerando o custo operacional, balanceamento de carga, o atraso total e o número de

peças não impressas. Para melhorar eficiência de produção de MA, Zhang, Yao e Li (2019), desenvolveram um algoritmo próprio que, introduz um método de inicialização baseado nas características do processo de impressão 3D e desenvolve um modelo de cálculo de tempo correspondente que encontra melhores soluções de aninhamento em relação a algoritmos de última geração, como AG e outros.

### 3.3 AGENDAMENTO

Mesmo uma única impressão podendo levar várias horas ou dias, a MA permite em uma única etapa de produção, produzir vários componentes de volume e dimensões diferentes (DVORAK et al., 2018). Para diferentes tecnologias de MA, deve haver estratégias diferentes devido as restrições diferentes para cada tipo de impressora e projeto de impressão. Deve ser levado em consideração as restrições como altura, qualidade de superfície, volume e tempo de produção (WU et al., 2014).

O grande número de tarefas de MA ou impressão 3D apresenta um novo modelo de processo produtivo que traz novos desafios para agendar tarefas de impressão e melhorar a utilização de seus recursos para economizar tempo e materiais (ZHAO; ZHANG; CUI, 2018) Para gerenciar esses processos de impressão, Mai et al. (2016) propuseram o gerenciamento dos processos de impressão 3D com avaliação dos serviços, planejamento e agendamentos em ambientes distribuídos de forma inteligente, com controladoria dinâmica dos processos de impressão.

Com o aumento da demanda e disponibilidade dos recursos de MA, surge um novo paradigma de produção: “Como otimizar a sequência de produção de peças através de impressoras 3D considerando as múltiplas restrições do processo de impressão e disponibilidade de tempo da empresa e/ou funcionários e recursos?”. A figura 04 mostra dois exemplos de fábricas de impressão 3D, chamadas fazendas ou printing farms (PRUSA, 2019) e (3DERS.ORG, 2019), que possuem uma grande quantidade de impressoras 3D e que necessitam atender uma demanda de ordens de produções de peças 3D.

Para atender a demandas, otimizando o uso dos recursos, surge o problema de agendamento e escalabilidade de ordens de produção para múltiplas impressoras 3D. O problema de agendamento e escalabilidade de ordens de produção para múltiplas impressoras 3D de acordo com a demanda foi abordado por Gopsill e Hicks (2018), onde comparou os resultados das estratégias utilizando simulação de Monte Carlo e utilizaram AG para otimizar o aninhamento das peças na mesa de impressão. Li, Kucukkoc e Zhang (2017) resolveu o mesmo problema, utilizando heurísticas para obter o melhor ajuste e adaptação. Com objetivo de agrupar as partes fornecidas de diferentes pedidos de produção, utilizaram o modelo MILP para otimização, alocando as peças de um mesmo projeto de impressão em várias máquinas.

FIGURA 04 – Fazendas de Impressão 3D.

Fonte: (PRUSA, 2019), (3DERS.ORG, 2019)

A partir da criação de um software em nuvem, para uma rede de fábricas de impressão 3D, Lin e Chen (2017) direciona os pedidos de produção de peças para a fábrica de localização mais próxima do solicitante da produção com a utilização de um algoritmo próprio desenvolvido com técnicas de lógica FUZZY DIKSTRA. Já Chen e Lin (2019) utilizaram um algoritmo próprio que faz a distribuição dos pedidos de impressão, equilibrando as cargas de trabalho de várias instalações de impressão 3D distribuídas via internet.

O problema de agendamento de múltiplas partes de impressão, encaixe e programação da produção de MA foi resolvido por Chergui et al (2018) utilizando uma abordagem de heurísticas e MILP atendendo os prazos de entrega das ordens de produção recebidas, agendando os trabalhos para as mesas de impressão, observando o cronograma, minimizando o atraso total e maximizando a utilização da impressora 3D.

Com o objetivo de otimizar o agendamento das ordens de produção de MA levando em consideração o tempo e custo de um projeto de impressão, Fera et al. (2018) utilizaram um AG baseado em 2D crossover para balanceamento da produção, otimizando o adiantamento, atraso e os custos de produção. Para uma solução ótima de agendamento de multitarefas de serviços de MA ZHOU et al. (2018) desenvolveram um AG que gera um vetor de seleção de serviço e um vetor de prioridade de tarefa que melhoram eficiência do algoritmo.

Em um sistema de manufatura onipresente de MA, Kucukkok (2019) utilizou métodos de otimização, introduzindo para cada modelo de máquina, um modelo matemático utilizando MILP, desenvolvendo cronogramas de produção eficientes reduzindo os tempos de produção para máquinas de MA não idênticas, paralelas, idênticas e paralelas. Para alocar um conjunto de impressoras 3D que possuem as mesmas características e auxiliar o solicitando do serviço na tomada de decisão qual a melhor forma de ser produzida, Shi et al (2017) utilizaram lógica FUZZY para calcular os resultados para seleção do processo.

## 3 CONCLUSÃO

Em 2018, o mercado global de MA foi dimensionado em 13 bilhões de dólares americanos e para o ano de 2020 está sendo estimado atingir uma dimensão de 20,5 bilhões de dólares americanos (STATISTA, 2019). Com base nesse crescente avanço de utilização de MA, faz-se necessário mais estudos sobre a otimização de seus processos de produção devido as restrições e particularidades que a tecnologia de MA possui atualmente.

Ainda existem muitos desafios da tecnologia de MA para serem discutidos, como questões sobre o gerenciamento de tecnologias 3D para manufatura, incluindo gerenciamento de bancos de dados, marcas, direitos autorais e proteção de segurança de dados, inovação de negócios (incluindo e-commerce), manufatura onipresente, gerenciamento corporativo enxuto e globalização e desglobalização (CHEN; CHUNG, 2016).

Diversos artigos publicados anteriormente, propuseram a otimização da produção levando em consideração as restrições que a tecnologia de MA possui. Contudo, poucas revisões bibliográficas para organização desse conhecimento foram publicadas recentemente. Com esta revisão, conclui-se que o problema de otimização deste tipo de produção tem se subdividido em problemas de otimização de aninhamento, de agendamento de filas de impressão, qualidade e desperdício. Também concluímos que o AG tem sido o algoritmo mais utilizado para otimização dos processos de MA devido a sua capacidade de tratar problemas discretos, NP-HARD e de natureza não determinística. Além do AG, o problema também tem sido abordado com algoritmos de otimização FUZZY, MILP e desenvolvimento de algoritmos próprios híbridos, com outras técnicas de otimização, para solução do problema (DVORAK et al., 2018), (GOPSILL; HICKS, 2018), (CHERGUI; HADJ-HAMOU; VIGNAT, 2018) (WANG et al., 2019).

Com a diversidade de métodos encontrados na literatura e os diferentes desafios ao longo da cadeia de produção com MA, é possível concluir que para uma solução integral do problema de otimização dos processos de MA, são necessários modelos híbridos. Os processos da tecnologia de MA possuem restrições diferentes em cada fase do processo de produção, desde o agendamento das ordens de produção, programação do aninhamento das peças na mesa de impressão, a configuração e definição de parâmetros para garantir a qualidade de impressão.

## REFERÊNCIAS

[1] 3DERS.ORG. Robohand & College of the Ouachitas to launch biggest Robohand Print Farm in world. Disponível em: <https://www.3ders.org/articles/20140624-robohand-college-of-the-ouachitas-to-launch-biggest-robohand-print-farm-in-world.html>.

[2] ANITHA, R.; ARUNACHALAM, S.; RADHAKRISHNAN, P. Critical parameters influencing the quality of prototypes in fused deposition modelling. Journal of Materials Processing Technology, v. 118, n. 1–3, p. 385–388, 2001.

[3] ASADOLLAHI-YAZDI, E.; GARDAN, J.; LAFON, P. Multi-Objective Optimization of Additive Manufacturing Process. IFAC-PapersOnLine, v. 51, n. 11, p. 152–157, 2018.

[4] BAHNINI, I. et al. Additive manufacturing technology: the status, applications, and prospects. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, v. 97, n. 1–4, p. 147–161, 2018.

[5] BAUMERS, M. et al. The cost of additive manufacturing: Machine productivity, economies of scale and technology-push. Technological Forecasting and Social Change, v. 102, p. 193–201, 2016.

[6] BERMAN, B.; ZARB, F. G.; HALL, W. 3-D printing : The new industrial revolution. Business Horizons, v. 55, n. 2, p. 155–162, 2012.

[7] BOGUE, R. 3D printing : the dawn of a new era in manufacturing ? Assembly Automation, v. 33, n. 0144–5154, p. 307–311, 2013.

[8] CANELLIDIS, V.; GIANNATSIS, J.; DEDOUSSIS, V. Efficient parts nesting schemes for improving stereolithography utilization. CAD Computer Aided Design, v. 45, n. 5, p. 875–886, 2013.

[9] CHEN, S. M.; CHUNG, N. Y. Feasibility Evaluation and Optimization of a Smart Manufacturing System Based on 3D Printing: A Review. International Journal of Intelligent Systems, v. 17, n. 3, p. 1–17, 2016.

[10] CHEN, T. C. T.; LIN, Y. C. A three-dimensional-printing-based agile and ubiquitous additive manufacturing system. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, v. 55, n. January 2018, p. 88–95, 2019.

[11] CHEN, T.; WANG, Y. C. An advanced fuzzy approach for modeling the yield improvement of making aircraft parts using 3D printing. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2019.

[12] CHERGUI, A.; HADJ-HAMOU, K.; VIGNAT, F. Production scheduling and nesting in Additive Manufacturing. Computers & Industrial Engineering, n. September, 2018.

[13] DURÃO, L. F. C. S. et al. Optimizing additive manufacturing parameters for the fused deposition modeling technology using a design of experiments. Progress in Additive Manufacturing, p. 23, 2019.

[14] DVORAK, F. et al. Planning and Scheduling in Additive Manufacturing. Iberoamerican Journal of Artificial intelligence, v. 21, n. 62, p. 40–52, 2018.

[15] FERA, M. et al. Production Management Fundamentals for Additive Manufacturing. In: 3D Printing. [s.l.] IntechOpen, 2018a.

[16] FERA, M. et al. A modified genetic algorithm for time and cost optimization of an additive manufacturing single-machine scheduling. International Journal of Industrial Engineering Computations, v. 9, p. 423–438, 2018b.

[17] GOPSILL, J. A.; HICKS, B. J. Investigating the effect of scale and scheduling strategies on the productivity of 3D managed print services. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, v. 232, n. 10, p. 1753–1766, 2018.

[18] HUANG, Y. et al. Additive Manufacturing: Current State, Future Potential, Gaps and Needs, and Recommendations. Journal of Manufacturing Science and Engineering, v. 137, n. 1, p. 014001, 2014.

[19] KADAM, M. Effect of process parameters on quality of 3D printed objects: an experimental investigation. International Research Journal of Engineering and Technology, n. May, 2018.

[20] KUCUKKOC, I. MILP models to minimise makespan in additive manufacturing machine scheduling problems. Computers and Operations Research, v. 105, p. 58–67, 2019.

[21] LAKATOS, E. M.; MARCONI, E. M. Fundamentos de metodologia científica. 5a Edição ed. [s.l.] Editora Atlas, 2003.

[22] LI, Q.; KUCUKKOC, I.; ZHANG, D. Z. Production planning in additive manufacturing and 3D printing. Computers and Operations Research, v. 83, p. 1339–1351, 2017.

[23] LIN, Y. C.; CHEN, T. A ubiquitous manufacturing network system. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, v. 45, p. 157–167, 2017.

[24] LIPTON, J. I. et al. Additive manufacturing for the food industry. Trends in Food Science and Technology, v. 43, n. 1, p. 114–123, 2015.

[25] MAI, J. et al. Customized production based on distributed 3D printing services in cloud manufacturing. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, v. 84, n. 1–4, p. 71–83, 2016.

[26] MAJEED, A.; LV, J.; PENG, T. A framework for big data driven process analysis and optimization for additive manufacturing. Rapid Prototyping Journal, v. 25, n. 2, p. 308–321, 2019.

[27] NGO, T. D. et al. Additive manufacturing (3D printing): A review of materials, methods, applications and challenges. Composites Part B: Engineering, v. 143, n. December 2017, p. 172–196, 2018.

[28] PAUL, R.; ANAND, S. Optimization of layered manufacturing process for reducing form errors with minimal support structures. Journal of Manufacturing Systems, v. 36, p. 231–243, 2015.

[29] PRUSA, J. Three hundred 3D printers in one room: A quick look to our printing farm. Disponível em: <https://blog.prusaprinters.org/a-quick-look-to-our-printing-farm/>.

[30] RANSIKARBUM, K. et al. Multi-objective optimization analysis for part-to-Printer assignment in a network of 3D fused deposition modeling. Journal of Manufacturing Systems, v. 43, p. 35–46, 2017.

[31] SHI, C. et al. 3D printing process selection model based on triangular intuitionistic fuzzy numbers in cloud manufacturing. International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific Computing, v. 08, n. 02, p. 1750028, 2017.

[32] SONG, R.; TELENKO, C. Material waste of commercial FDM printers under realistic. 2016

[33] SONG, R.; TELENKO, C. Material and Energy Loss Due to Human and Machine Error in Commercial FDM Printers Author. Journal of Cleaner Production, 2017.

[34] STATISTA. Projected global additive manufacturing market size between 2016 and 2020. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/284863/additive-manufacturing-projected-global-market-size/>.

[35] THOMAS, D.; GILBERT, S. Costs and Cost Effectiveness of Additive Manufacturing - A Literature Review and Discussion. NIST Special Publication, v. 1176, p. 1–77, 2014.

[36] WANG, Y. et al. Production planning for cloud-based additive manufacturing - A computer vision-based approach. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, v. 58, n. March, p. 145–157, 2019.

[37] WONG, K. V; HERNANDEZ, A. A Review of Additive Manufacturing. ISRN Mechanical Engineering, v. 2012, 2012.

[38] WU, S. et al. Multi-objective optimization of 3D packing problem in additive manufacturing. Proceedings ofthe 2014 Industrial and Systems Engineering Research Conference. Anais...2014

[39] ZHANG, J.; YAO, X.; LI, Y. Improved evolutionary algorithm for parallel batch processing machine scheduling in additive manufacturing. International Journal of Production Research, v. 0, n. 0, p. 1–20, 2019.

[40] ZHANG, Y. et al. A new method for single-layer-part nesting in additive manufacturing. Rapid Prototyping Journal, v. 24, n. 5, p. 840–854, 2018.

[41] ZHANG, Y.; GUPTA, R. K.; BERNARD, A. Two-dimensional placement optimization for multi-parts production in additive manufacturing. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, v. 38, p. 102–117, 2016.

[42] ZHAO, Z.; ZHANG, L.; CUI, J. A 3D printing task packing algorithm based on rectangle packing in cloud manufacturing. Lecture Notes in Electrical Engineering, v. 460, p. 21–31, 2018.

[43] ZHOU, L. et al. Multi-task scheduling of distributed 3D printing services in cloud manufacturing. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, v. 96, n. 9–12, p. 3003–3017, 2018.

# Capítulo 3

## *A satisfação dos usuários quanto aos serviços prestados em uma Unidade Básica de Saúde (UBS) em Marabá-PA através da Ferramenta Servqual*

*Eliani da Silva Gama*
*Luanna Gomes de Jesus*
*Iêdo Souza Santos*
*Alex Silva Pontes*
*Jardson Guilherme Paixão Lima*

Resumo: A satisfação dos usuários das unidades básicas de saúde (UBSs) é um indicador de desempenho e qualidade. Visando a avaliação, este trabalho objetiva, verificar através do grau de satisfação a qualidade dos serviços oferecido pelas UBSs, loccalizadas em Mar

Palavras-chave: Ubs; Survey; Serqual; Qualidade De Serviços; Dimensões Da Qualidade.

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil conforme a Constituição Federal de 1988, a "Saúde é direito de todos e dever do Estado" (art.196). O Sistema Único de Saúde (SUS) foi criado para proporcionar o acesso universal, integral, e gratuito para toda a população brasileira. Antes da sua criação os serviços de saúde pública eram prestados apenas aos trabalhadores vinculados à Previdência Social, que atendia cerca de 30 milhões de brasileiros. Passados quase trinta anos desde sua criação, 152 milhões de pessoas tem o SUS como seu único acesso a saúde, com um sistema desconcentrado e municipalizado conta com mais de 6.528 hospitais credenciados (públicos, privados e filantrópicos) e 38 mil Unidades Básicas de Saúde (UBSs), de acordo com o Centro Cultural do Ministério da Saúde (CCMS), 2018.

As UBSs têm como objetivo atender até 80% dos problemas de saúde da população, sem que haja a necessidade de encaminhamento para hospitais, nelas os usuários do SUS podem realizar consultas médicas, curativos, tratamentos odontológicos, tomar vacinas, coletar exames laboratoriais, receber medicamentos básicos e também encaminhamentos para especialidades (Ministério da Saúde, 2018).

A criação das UBSs foi uma maneira encontrada para viabilizar o atendimento, aproximando os serviços de saúde pública às comunidades mais afastadas dos hospitais, e representam hoje uma parcela significativa no atendimento aos problemas de saúde da população, por esse motivo é importante que exista uma preocupação com relação a qualidade dos seus serviços prestados.

A percepção de satisfação do cliente no ambiente de saúde é um indicador de qualidade e melhorias e tem se tornado um verdadeiro desafio para a gestão da qualidade e tomadas de decisão, devido ao fato de se trabalhar com pessoas, trazendo diferentes respostas para uma mesma pergunta, (PENA, 2010). O desafio maior da gestão é mensurar e utilizar-se de ferramentas e dados para poder qualificar ou quantificar determinada pesquisa, (Freitas, 2005).

No final da década de 1970, começaram a surgir modelos de qualidade devido a inúmeros trabalhos que propunham conceituações, operacionalizações e sistematizações para a qualidade em serviços (Pena, 2015). No entanto, entre os diversos estudos publicados segundo Damke (2016) um dos modelos mais utilizados atualmente para validar estudos, é a escala *Servqual* – Service Quality Gap Analysis – desenvolvido por Parasuraman,Berry e Zeithaml(1985) e é considerado como um dos mais importantes para analisar e avaliar a qualidade do serviço.

Referente a preocupação que deve existir em relação a percepção de satisfação do cliente no ambiente das UBSs, este trabalho tem como objeto a "falta" da avaliação da qualidade, nos serviços prestados, no ponto de vista dos usuários, em uma Unidade Básica de Saúde (UBS) do município de Marabá/PA.

A inexistência de dados na Secretaria Municipal de Saúde em Marabá que apure as considerações dos usuários das UBSs levanta o questionamento na qualidade dos serviços prestados pela Administração Pública e sua possível melhoria.

Nas visitas prévias que foram realizadas nas UBS e a partir de informações colhidas na Secretaria Municipal de Saúde, constatou-se a não existência de um departamento especializado em qualidade, especificamente em relação ao ponto de vista dos usuários, que são os principais sujeitos nesse processo, e merecem ter suas opiniões como parâmetro para essa avaliação.

Verificou-se na revisão de literatura um elevado número de pesquisas na área da qualidade, um dos setores que mais se destaca é o alimentício, como nos trabalhos de Fernandes e Pontarolo (2018), Gomes, Ferreira e Silva (2018) e Gonçalves e Luz (2016) porém com pouca ocorrência no setor da saúde pública. Diante disso esse trabalho faz-se necessário tanto para ser usado como ferramenta pela Administração Pública Municipal, auxiliando os gestores na tomada de decisão quanto para ser base na literatura da área.

A partir do problema supracitado, o presente trabalho por meio da escala *Servqual,* pretende verificar o grau de satisfação dos usuários na qualidade dos serviços oferecido em uma UBS, localizada no município de Marabá/PA.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção serão abordados os temas: Gestão da qualidade total nos serviços de saúde – A escala *Servqual* na prestação de serviços - Saúde pública e Unidades Básicas de Saúde (UBSs).

## 2.1. GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL NOS SERVIÇOS DE SAÚDE

De acordo com Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018) os japoneses foram os pioneiros a adotarem o conceito de Gestão da Qualidade Total (ou TQM – Total Quality Management). A posteriori esse conceito foi sendo desenvolvido pelos vários e reconhecidos "gurus da qualidade" (Oliveira, 2002, p.12).

A Gestão da Qualidade Total e os sistemas de Gestão da Qualidade da Série ISO 9000 são evoluções desses estudos e práticas. A ISO 9000 baseia-se fortemente nos princípios de TQM, sendo eles: foco no cliente, liderança, engajamento das pessoas, abordagem de processo, melhoria, tomada de decisão baseada em evidências e gestão de relacionamento. Concordam que para a qualidade ser alcançada deve-se diminuir as não conformidades que impedem o atendimento dos diversos requisitos (Carpinetti e Gerolamo, 2016).

A Gestão da Qualidade Total deseja abranger todos os envolvidos no desempenho de uma organização, partindo da alta administração o conhecimento e a motivação necessários para que seus colaboradores entendam sua importância e participem de sua implementação contínua, afim de que sejam alcançados: a satisfação do cliente, o sucesso, e a competitividade. Logo, é de responsabilidade desta gestão, o planejamento, controle e aprimoramento contínuo de cada processo (Marques, 2006).

Segundo Mezomo (2001, p. 73) qualidade na área da saúde refere-se a " [...] um conjunto de propriedades de um serviço (produto) que tornam adequado à missão de uma organização (empresa) concebida como resposta às necessidades e legítimas expectativas de seus clientes". Junto a essa definição é importante inserir os direitos fundamentais do ser humano, os garantindo e preservando em sua totalidade. Ainda segundo o autor, a prestação de serviços nessa área torna-se uma atividade complexa devido aos elementos internos e ambientais que afetam os seus resultados. Deste modo, deverão ser exercidos em conformidade com os princípios de qualidade, aceitabilidade, equidade e eficiência.

Sobre a importância da implementação de uma Gestão da Qualidade Total na área da saúde, em seu trabalho Silva et al (2015) fizeram um levantamento bibliográfico com foco nos descritores: Gestão da Qualidade Total, Gestão de Qualidade em Saúde e ISO 9000 e selecionaram uma amostra de 25 artigos. Realizada a leitura, os autores constataram a relevância dada pelos profissionais da área em se implementar esse sistema, pois essa filosofia mostrou-se eficiente por " facilitar o controle e os processos de trabalho, que irão refletir diretamente na assistência prestada ao paciente" (p. 630).

## 2.2. A ESCALA SERVQUAL NA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS

Atualmente, qualquer empresa ou órgão que presta serviço (s) deve compreender que há um processo a ser completado, um ciclo, que "começa na identificação da necessidade, passa pela realização do serviço e se completa quando a entrega satisfaz de maneira continuada ao cliente" (Magalhães, 2018, p.14).

O grau de satisfação do cliente demonstra se as suas necessidades foram atendidas, superadas ou frustradas, e isso acarreta na qualidade atribuída a esse serviço por ele. O cliente ficará satisfeito quando o serviço ou produto for melhor que o esperado, sendo a qualidade por ele percebida como alta. Será baixa quando não atingir suas expectativas, o que gerará insatisfação. Se somente atender ao esperado a qualidade é tida como aceitável. Logo, não basta realizar um serviço, mas esse necessita ser percebido pelo cliente. " [...] a qualidade precisa ser entendida do ponto de vista do cliente porque, para ele, a qualidade de um serviço ou produto específico é o que ele percebe" (Slack, Brandon-Jones, Johnston, 2018, p.645).

De acordo com Zeithaml, Parasuraman e Berry (2014), por meio do modelo dos *Gaps*, foi desenvolvida a Escala *Servqual.* Os autores constataram que os clientes utilizavam critérios iguais para avaliar a qualidade de um serviço, independentemente de qual fosse. Estes foram generalizados a princípio em 10 categorias denominadas dimensões da qualidade e ao final em cinco, sendo apontadas pelos clientes como fundamentais à qualidade de um serviço. Segundo eles (p. 35 e 36) essas são:

> Elementos tangíveis: aparência de instalações físicas, equipamentos, pessoal e material de comunicação;
> Confiabilidade: capacidade de realizar o serviço prometido de forma confiável e correta;
> Responsividade: disposição para ajudar os clientes e prestar o serviço sem demora;
> Segurança: conhecimento e cortesia dos funcionários e sua capacidade de transmitir confiança e segurança;
> Empatia: – atenção cuidadosa e individualizada que a empresa proporciona a seus clientes.

Para Sales et al (2016) essa ferramenta refere –se a um diagnóstico que expõe os pontos fortes e fracos da qualidade do serviço de uma empresa.

## 2.3. SAÚDE PÚBLICA

No Brasil, o cuidado com a saúde da população passou a priori pela filantropia religiosa. O Estado, diante de epidemias fazia ações de vacinação e/ou saneamento básico, intervia também em algumas doenças como a hanseníase, doença mental, tuberculose e outras. A partir de 1923 com a Lei Elói Chaves os trabalhadores atrelados à Previdência Social passaram a ter acesso a saúde. O atual sistema público de saúde brasileiro, é resultado de décadas de luta de um movimento denominado Reforma Sanitária. Foi instituído pela Constituição Federal de 1988 e consolidado pelas Leis Orgânicas 8.080 e 8.142, esse sistema foi denominado Sistema Único de Saúde (SUS) (Carvalho, 2013).

Posterior a esse acontecimento, os debates se intensificaram, passando ser a saúde compreendida não mais como a ausência da doença, mais como qualidade de vida, decorrente de políticas públicas que diminuam as desigualdades regionais e propiciem desenvolvimento econômico e social (Ministério da Saúde, 2018).

### 2.3.1. UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE (UBSS)

Administradas por gestores municipais, as UBSs orientam-se pelos princípios do SUS. Segundo informações colhidas da Secretaria de Saúde de Marabá, estão dispostas: doze UBSs ativas, um Centro de Referência Integrado à Saúde da Mulher (CRISMU) em zona urbana e 10 UBS em zona rural.

As UBSs, junto à equipe de Atenção Básica constituem a "porta de entrada" da população à atenção primária à saúde, onde são oferecidos de forma gratuita serviços e atendimentos. São instaladas de maneira a alcançar a população local, facilitando a esta o acesso a uma atenção à saúde de qualidade. Ocasionam a promoção e proteção à saúde, a prevenção de agravos, diagnóstico e tratamento "a reabilitação, a redução de danos e a manutenção da saúde com o objetivo de desenvolver uma atenção integral que impacte na situação de saúde e autonomia das pessoas e nos determinantes e condicionantes de saúde das coletividades " (Ministério do Planejamento, 2018).

## 3. METODOLOGIA

De acordo com Gil (2018) considerando a finalidade é uma pesquisa aplicada com objetivos exploratório e descritivo. Para este trabalho foi utilizado o método de levantamento tipo Survey, pesquisas bibliográfica e documental. Os dados coletados foram feitos por corte transversal através de uma amostra probabilística não estratificada utilizando o questionário da escala Servqual. Se trata de uma abordagem quali-quantitativa, levando-se em consideração que tem o propósito de medir e quantificar o grau de satisfação dos usuários da UBS.

## 3.1. PESQUISA DOCUMENTAL

Nesta etapa foi feito um levantamento bibliográfico em livros, artigos, periódicos e monografias sobre gestão de qualidade, gestão em saúde, escala Servqual, após leitura seletiva obteve-se o material relevante para escrever este trabalho. Em seguida foi realizada uma pesquisa junto ao Departamento da Atenção Básica (DAB) da Secretaria de Saúde de Marabá a fim de serem coletados dados referentes ao número de UBSs existentes que atuam no município, e na administração da UBS para obter a demanda do atendimento mensal da mesma.

## 3.2. ADAPTAÇÃO E ESTRUTURAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Para a coleta dos dados desta pesquisa, o instrumento utilizado foi um questionário baseado na escala Servqual, sendo necessárias algumas modificações no modelo original levando-se em conta a relevância dos serviços prestados pela UBS e na capacidade dos usuários para responder as afirmações sem ocasionar confusão e/ou constrangimento aos mesmos. O questionário é dividido em 2 partes com 15 afirmações cada, distribuídas nas 5 dimensões: (tangibilidade, confiabilidade, responsividade, segurança e empatia). Para cada afirmação, nas duas partes do questionário foi usada a escala de Likert, que apresenta

uma série de cinco proposições, das quais o respondente deve selecionar uma, podendo estas ser: concorda totalmente, concorda, sem opinião, discorda, discorda totalmente. O modelo original contém 2 partes com 22 afirmativas cada, dividas nas 5 dimensões. As modificações foram feitas após aplicação de pré-teste e conversas com a administração da UBS.

### 3.3. TAMANHO DA AMOSTRAGEM

O universo da pesquisa foi uma população de 1507 pessoas que utilizam os serviços oferecidos pela UBS, sendo essa uma média de demanda mensal considerando três meses selecionados, de acordo com dados cedidos pelo setor administrativo da UBS pesquisada. Tabela (1). Para a determinação do tamanho da amostra, foi utilizado o procedimento estatístico de amostragem aleatória simples cujo nível de confiança foi de 90% e o erro amostral tolerável de 10%. Foi considerado um tamanho inicial $n_0$ em função de um erro tolerável (Equação 1.1) e, posteriormente, foi encontrado o tamanho da amostra (Equação 1.2). Desta forma o tamanho da amostra determinado foi de, no mínimo, 94 pessoas para o nível de confiança de 90%.

Tabela 1: Média de Usuário do Serviço

| Mês | Quantidade de Usuário | Média de Usuário do Serviço |
|---|---|---|
| Abril | 1505 | 1507 |
| Maio | 1443 | |
| Junho | 1573 | |

Fonte: Os autores (2018)

Equação 1.1 – Cálculo de Erro Amostral Tolerável

$$n_0 = \frac{1}{Eo^2} n_0 = \frac{1}{(0,1)^2} n_0 = 100$$

Equação 1.2 – Cálculo de Tamanho Amostral

$$n = \frac{N\ x\ n_0}{N + n_0} n = \frac{1507\ x\ 100}{1507 + 100} n = 93,78n \cong 94$$

Sejam:

$n_0$ = primeira aproximação para o tamanho da amostra.

$Eo^2$ = erro amostral tolerável na pesquisa

n = tamanho da amostra

N = tamanho da população

### 3.4. COLETA DE DADOS (SURVEY)

O questionário foi aplicado durante o período de 5 dias em 2 turnos (manhã e tarde) aos usuários da UBS pesquisada. O questionário possui 2 partes, com afirmações de cunho fechado, onde a primeira parte tratou de captar as "Expectativas" (E) dos usuários quanto ao serviço oferecido por qualquer UBS considerada de excelente qualidade, e a segunda parte trata das "Percepções" (P) sobre o serviço oferecido na UBS pesquisada. Cada usuário podia atribuir notas de 1 a 5 para cada item das dimensões da qualidade, sendo 1(discordo totalmente), 2 (discordo), 3 (sem opinião), 4 (concordo) e 5 (concordo totalmente).



### 3.5. ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS

Nesta etapa, os resultados obtidos da pesquisa através dos questionários foram tabulados no software Microsoft Office Excel, onde foram calculadas as médias das expectativas e percepções de cada pergunta

referente ao questionário. Também foram calculados os gaps (diferença entre percepção e expectativa), as médias gerais das expectativas, das percepções e gaps, assim como as médias das dimensões da qualidade na escala Servqual referentes aos três atributos mencionados. Para uma melhor visualização e análise dos problemas existentes, os resultados foram organizados em forma de tabela e gráfico de linha.

## 4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O questionário adaptado e aplicado é apresentado na tabela 2, onde estão organizadas as médias gerais das expectativas e percepções de cada item avaliado, os gaps (diferença entre percepção e expetativa), as médias gerais das expectativas, das percepções e gaps, assim como as médias das dimensões da qualidade referentes aos três atributos mencionados anteriormente

Tabela 2: Médias das Expectativas, percepções e gaps realizadas pesquisas.

| | ITENS AVALIADOS DE AMBOS OS QUESTIONÁRIOS | MÉDIA EXPECTATIVA | MÉDIA PERCEPÇÃO | GAP |
|---|---|---|---|---|
| Tangibilidade | 1. O ambiente físico e as instalações da UBS são limpos e confortáveis | 4,90 | 4,48 | -0,42 |
| | 2. A UBS é bem localizada e de fácil acesso | 4,91 | 4,09 | -0,83 |
| | 3. Os funcionários da UBS são limpos e têm uniformes em boas condições | 4,89 | 4,35 | -0,54 |
| | **Média da dimensão** | **4,90** | **4,30** | **-0,60** |
| Confiabilidade | 4. A UBS realiza os serviços aos quais se compromete | 4,78 | 4,18 | -0,60 |
| | 5. A UBS executa seus serviços no tempo em que se compromete | 4,76 | 3,55 | -1,21 |
| | 6. A UBS mantém os registros (prontuários, anotações, etc.) de forma correta e segura | 4,94 | 4,23 | -0,71 |
| | **Média da dimensão** | **4,82** | **3,99** | **-0,83** |
| Responsividade | 7. Os funcionários da UBS informam corretamente a seus usuários os serviços e os prazos em que serão executados | 4,90 | 4,00 | -0,90 |
| | 8. Os funcionários da UBS esclarecem as dúvidas e tem boa vontade de ajudar os usuários | 4,89 | 4,02 | -0,87 |
| | 9. Os funcionários da UBS atendem com agilidade seus usuários | 4,76 | 3,87 | -0,88 |
| | **Média da dimensão** | **4,85** | **3,96** | **-0,89** |
| Segurança | 10. Os usuários da UBS se sentem seguros nas informações recebidas pelos funcionários | 4,82 | 4,18 | -0,64 |
| | 11. Os funcionários da UBS são educados com os usuários | 4,88 | 4,04 | -0,84 |
| | 12. Os funcionários da UBS demonstram ter os conhecimentos necessários para desempenhar suas atividades | 4,96 | 4,21 | -0,75 |
| | **Média da dimensão** | **4,89** | **4,15** | **-0,74** |
| Empatia | 13. Os funcionários da UBS oferecem atenção individual a cada usuário, respeitando quando existem limitações deste | 4,85 | 3,87 | -0,98 |
| | 14. A UBS tem horários de funcionamento convenientes para todos seus usuários | 4,77 | 4,33 | -0,44 |
| | 15. A UBS busca oferecer o melhor serviço a seus usuários | 4,93 | 4,15 | -0,78 |
| | **Média da dimensão** | **4,85** | **4,12** | **-0,73** |
| | **Média geral da pesquisa** | **4,86** | **4,10** | **-0,76** |

Fonte: Os autores (2018)

Conforme a tabela 2, a média geral da pesquisa atribuída à percepção é 4,10 enquanto a média para a expectativa é 4,86 resultando em uma diferença de -0,76 entre as percepções e expectativas gerais dos usuários.

Com análise na tabela anterior e no *gap* médio geral da pesquisa (-0,76) foi possível observar que oito dos quinze itens referentes às perguntas apresentaram valores abaixo dos −0,76, sendo que o item 5 apresentou o menor valor médio da percepção (3,55) bem como o maior *gap* da pesquisa -1,21, sendo o único a apresentar avaliação inferior a -1,00.

Na dimensão da Confiabilidade, de todas as dimensões da qualidade analisadas, o item 5 apresentou a segunda maior diferença entre as médias (-0,83) das percepções (3,99) e expectativas (4,82), onde conclui-se dizer que este é o segundo aspecto que menos agradam os usuários da UBS pesquisada.

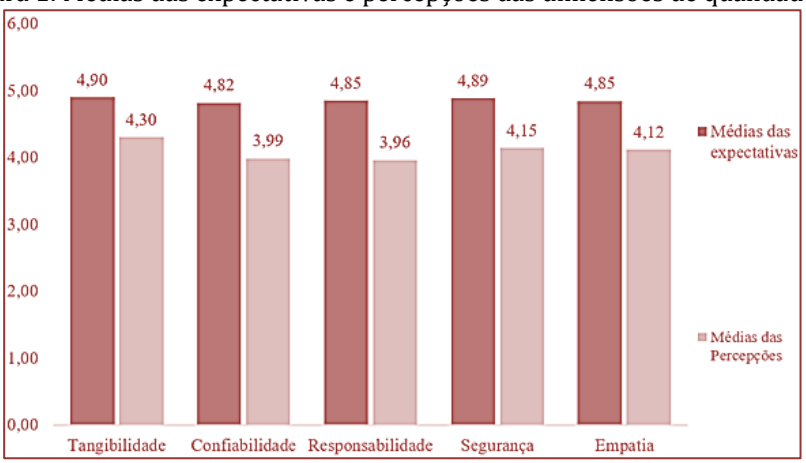
O aspecto Responsividade demonstrou ser a dimensão da qualidade que apresentou o maior *gap* da pesquisa (-0,89), assim como a dimensão que obteve a menor média de percepção do usuário (3,96). Foi também a única dimensão a apresentar valores dos *gaps* referentes a seus três itens (7,8 e 9) inferiores ao *gap* médio geral da pesquisa (-0,76). Essa dimensão foi a que obteve a pior avaliação *Servqual*, considerado o aspecto que os usuários menos se agradam e percebem sua realização.

A dimensão da Tangibilidade foi a que apresentou o menor *gap* da pesquisa (-0,60) entre as médias de percepções (4,90) e expectativas (4,30), apresentando somente o item 2, referente às perguntas ao *gap, o* menor que o médio geral (-0,76). Entretanto, considera-se pela análise da tabela 1, a dimensão com a melhor avaliação, obtendo a melhores médias das percepções e das expectativas, concluindo então ser a dimensão com a qual os usuários mais se agradam e o aspecto que eles mais percebem.

As dimensões de Segurança e Empatia apresentaram gaps com valores de -0,74 e -0,73, respectivamente, sendo que ambas apresentam apenas um item (11 de Segurança e 13 de Empatia) com o gap foi inferior ao médio geral da pesquisa. Os gaps das dimensões, Segurança e Empatia estão acima do gap médio da pesquisa (-0,76), caracterizando-as como dimensões bem avaliadas pelos usuários

Na figura 1 percebemos que a dimensão Tangibilidade é a que mais se aproxima do valor cinco, sendo a melhor avaliada e com menor discrepância entre percepção e expectativa. O aspecto Confiabilidade apresenta o menor valor das percepções junto com a dimensão Responsividade a menor das expectativas, sendo as duas dimensões com menor avaliação, ou seja, as duas com os quais os usuários menos se agradam e percebem.

Figura 1: Médias das expectativas e percepções das dimensões de qualidade

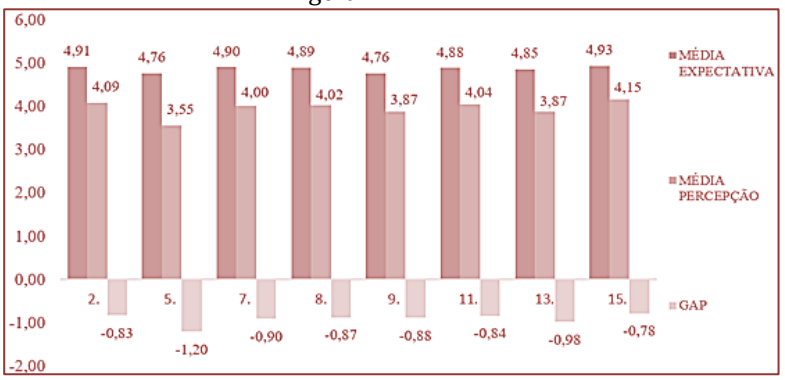



Fonte: Os autores (2018)

Para uma melhor análise e observação dos itens que obtiveram avaliações consideradas insatisfatórias e inferiores ao *gap* médio da pesquisa (-0,76), as mesmas foram tabeladas no programa *Microsoft Office Excel*, e computadas em forma de gráfico, como demonstra a tabela 2.

Na figura 2 vemos os itens 13 e 7, com gaps de -0,98 e -0,90 respectivamente, o item 5 que obteve o menor gap da pesquisa (-1,21). Estes itens tem as piores avaliações da pesquisa. Alertando à UBS sobre uma priorização da melhoria na execução dos serviços no tempo comprometido com os usuários.

Figura 2: Médias das expectativas, percepções e gaps dos itens que apresentam gap inferiores ao médio geral.




Fonte: Os autores (2018)

## 5. CONSIDERAÇÕES

Este trabalho avaliou a satisfação dos usuários quanto aos serviços prestados em uma Unidade Básica de Saúde (UBS) na cidade de Marabá, Pará, utilizando a escala *Servqual*. O assunto sobre a qualidade e o grau de satisfação em serviços públicos de saúde neste município é pouco explorado, consequentemente existe uma literatura vaga sobre o tema para região, esse problema foi um dos principais motivos desta pesquisa. Durante a pesquisa encontramos algumas dificuldades, o número de usuários atendidos ocasionou o atraso na coleta de dados, durante a investigação de campo nos deparamos com a limitação de horário dos serviços prestados na UBS pesquisada e a disponibilidade dos entrevistados.

Após a analisar os resultados dos questionários, percebemos que alguns itens apresentaram *gaps* com maior valor que os demais, sendo assim estes itens devem receber maiores esforços e direcionar ações para melhorar seu desempenho no futuro, justificando a continuidade desta pesquisa para um número maior de usuários na cidade de Marabá, assim como aumentar o grau de confiabilidade para 95%. Atualmente existem 12 Unidades Básicas de Saúde ativas distribuídas na zona urbana possibilitando a análise em pelo uma UBS nos núcleos São Felix, Nova Marabá, Cidade Nova, Velha Marabá; desta forma teríamos resultados e conclusões mais robustos, reproduzindo a realidade do objeto de estudo.

## REFERÊNCIAS

[1] Brasil. Constituição. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

[2] Brasil. Lei Nº. 8080/90, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Brasília: DF. 1990. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8080.htm >. Acesso em: 21 ago. 2018.

[3] Brasil. Ministério do Planejamento. Programa de aceleração do crescimento (PAC). UBS - Unidade Básica de Saúde. Disponível em: <http://www.pac.gov.br/infraestrutura-social-e-urbana/ubs-unidade-basica-de-saude>. Acesso em 22 ago. 2018.

[4] Brasil. Ministério da saúde. Sistema Único de Saúde. Disponível em: < http://portalms.saude.gov.br/sistema-unico-de-saude/sistema-unico-de-saude>. Acesso em 20 ago. 2018.

[5] Camara, Ana Alice da Silva et al. Aplicação do modelo Servqual na avaliação da qualidade do serviço e um restaurante universitário em uma instituição de ensino superior. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 37., 2017. Anais...Joinville: ENEGEP, 2017.

[6] Carpinetti, L. C. R.; Gerolamo, M. C. Gestão da Qualidade ISO 9001: 2015: Requisitos e Integração com a ISO 14001:2015. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2016. .

[7] Carvalho, G. A saúde pública no Brasil. Estudos avançados. São Paulo, v. 27, n. 78, p. 7-26, 2013 . Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142013000200002>. Acesso em 13 ago. 2018. .

[8] Centro Cultural da Saúde. SUS A saúde do Brasil- Antes e depois. Disponível em: < http://www.ccs.saude.gov.br/sus/antes-depois.php#do >. Acesso em 18 ago. 2018.

[9] Damke, Elói Junior; SANTANA Cinara Kuhn; Santana Ilton Carlos. Uma proposta de aplicação da escala *Servqual* na avaliação da qualidade percebida em serviços públicos de saúde: Um Estudo Em Uma Unidade De Pronto

Atendimento. Revista Direito à Sustentabilidade. Volume 2, Nº 4. Foz do Iguaçu.2016. Disponivel em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/direitoasustentabilidade/article/view/16015/11130>. Acesso em: 30 ago. 2018.

[10] Fernandes, JenyKésia; Pontarolo, Marianna Cruz Campos. Análise e propostas para solução de problemas em uma padaria no semiárido potiguar: aplicação das quatro primeiras etapas do MASP. Encontro Nacional de Engenharia de Producao, 38., 2018. Anais... Maceió: ENEGEP, 2018.

[11] Freitas, André Luís Policani. A qualidade em serviços no contexto da Competitividade. Revista Produção OnLine. Vol. 5, Num. 1, Março de 2005.Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis – SC – Brasil. Disponivel

[12] em:<https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/321/418> Acesso em: 26 ago. 2018.

[13] Gil, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

[14] Gomes, Ana Carolina Nascimento; Ferreira, Ayilla Roberta da Silva Victer; Silva, Elga Batista. A aplicação das ferramentas da qualidade em estabelecimentos de Food Servisse. Encontro nacional de Engenharia de Producao, 38., 2018. Anais... Maceió: ENEGEP, 2018.

[15] Goncalves, Renato de Souza; Luz, Marta Pereira da. Proposta de implantação de ferramentas da qualidade no processo produtivo de uma empresa alimentícia. Encontro Nacional de Engenharia de Producao, 36., 2016. Anais.... João Pessoa, ENEGEP, 2016.

[16] Magalhães, M. F. Qualidade na prestação de serviços: agregando valor às organizações. 1 ed. São Paulo: Senac São Paulo, 2018.

[17] Marques, A. P. Proposta de um programa de gestão de qualidade para uma empresa genérica de posicionamentos com GPS. 2006. Tese (Doutorado em Transportes) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006. doi: 10.11606/T.18.2006.tde-10022009-124605. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-10022009-124605/pt-br.php>. Acesso em: 2018-08-14.

[18] Melleiro, Marta Maria. O emprego do modelo de qualidade de Parasuraman, Zeithaml e Berry em serviços de saúde. Ver Esc Enferm USP 2013. Disponivel em: <https://www.revistas.usp.br/reeusp/article/view/78084>. Acesso em: 30 ago. 2018.

[19] Mezomo, João Catarin. Gestão da qualidade na saúde: princípios básicos. 1 ed. Barueri (SP): Manole Ltda,2001.

[20] Miquilino, Rafael Barbosa; Fernandes Natália. Avaliação da qualidade de serviços através da escala Servqual: um estudo de caso em uma autoescola. Disponível em: < https://even3storage.blob.core.windows.net/anais/79544.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2018.

[21] Oliveira, Márcia Freire de. Sistematização das causas de insucesso na implementação de programas de qualidade: uma proposição de ajustes ao Programa SEBRAE de Qualidade Total em pequenas empresas. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002. doi:10.11606/D.18.2016.tde-19022016-100323. Disponível em: < http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-19022016-100323/pt-br.php>. Acesso em: 2018-08-16.

[22] Pelissari, A. S.; Solis, D. R.; Ianagui, E. C.; Gonzalez, I. V. D. P.; Setubal, F. M. R. Aplicação e Avaliação do Modelo Servqual para Analizar a Qualidade do Serviço. IN: VIII SEG e T - Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2014. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos11/1_Artigo%20Aplicacao%20e%20Avaliacao%20do%20Modelo%20Servqual%20para%20Analisar%20a%20Qualidade%20do%20Servico.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2018.

[23] Pena, Mileide Morais, et al. Uma avaliação da Estratégia Saúde da Família. Revista Produção OnLine. Vol. 010, n. 3, Set. 2010. Disponivel em:<https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/405/721> Acesso em: 30 ago. 2018.

[24] Sales, Gizele Roberta Lobato de; et al. Qualidade em serviços: aplicação da Escala Servqual em uma instituição de ensino de idiomas. Revista Observatorio de laEconomía Latino-americana, Brasil, 2016. Disponível em: < http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/16/servqual.html >. Acesso em 31 ago. 2018.

[25] Silva, Kênia et al. Gestão da qualidade total nos serviços de saúde: modelo gerencial em desenvolvimento. Revista Eletrônica Gestão & Saúde, [S.l.], v. 6, n. 1, p. pag. 617-632, jan. 2015. ISSN 1982-4785. Disponível em: <http://periodicos.unb.br/index.php/rgs/article/view/13757/9691>. Acesso em: 26 ago. 2018. doi:http://dx.doi.org/10.18673/gs.v6i1.13757.

[26] Slack, N.; Brandon-Jones, A.; Johnston, R. Administração da produção.8 ed. São Paulo: Atlas, 2018.

[27] Zeithalm, V. A.; Parasuraman, A.; Berry, L. L. A excelência em serviços. Tradução de Cecília Bartaloti. São Paulo: Saraiva, 2014. 320 p.

# Capítulo 4

## *Gerenciamento de Dados e Sistemas de Informação: A Base do Planejamento Estratégico*

*Aline Pontes Hübner*
*Valnei Carlos Denardin*
*Paulo Roberto May*
*Ivete de Fátima Rossato*
*José Roberto de Barros Filho*

Resumo: A escolha do software inadequado para gerenciamento dos dados, a falta de precisão e integração, a má comunicação, deficiência na tabulação, interpretação e análise de dados, demonstram o quanto um sistema pode impactar na organização, tornando-se um problema para criação de relatórios gerenciais que propiciam o planejamento estratégico de uma empresa . Problemas gerados não só podem impedir o seu crescimento, mas também podem causar prejuízos a organização. Em um levantamento realizado através de questionário composto por 10 perguntas e entrevista não estruturada junto aos usuários das empresas (técnicos), coletou-se os dados para poder identificar as maiores dificuldades encontradas no setor de planejamento estratégico, com o objetivo de diagnosticar os pontos de melhorias a serem realizados no uso de sistemas como TOTVS, SAP, QLIK e outros que atendam melhor as necessidades das empresas, sejam no processo de implementação, integração, treinamento e contratação de funcionários para evitar problemas na perda de dados e aumentar a confiabilidade. A partir dos resultados identificou-se possíveis falhas nos processos de análise, geração de relatórios e tomada de decisões, devido a erro de interpretação e manipulação de dados, bem como a falta de treinamento e implementação dos sistemas com usuários.

Palavras-chave: Sistema de informação. Análise de dados. Planejamento estratégico.

## 1. INTRODUÇÃO

O Planejamento Estratégico de operações seja qual for o ramo da empresa é um processo de muita compreensão, composto de diferentes elementos que interagem entre si para a troca de informações e de custo total para a empresa. Esta atividade é definida como um processo unificado, responsivo e integrado para se alcançar uma melhor compreensão da situação atual da empresa, baseada em análise dos dados e processos internos e externos, com comparação de informações passadas e presentes, para assim definir um plano para o futuro da empresa, afim de que consiga atingir a sua missão, meta e objetivo.

Devido às unificações de sistemas, falta de especialistas nesse tipo de serviço e grande quantidade de dados flutuantes, boa parte dos dados são importados e exportados de planilhas nas quais podem haver diversos tipos de modificações, sejam elas manuais ou automatizadas em que ocorrem perdas de informações, o que interfere tanto no Planejamento quanto na execução das atividades de uma produção.

Segundo Mendes et al. (2003), a adoção desse tipo de sistema, com o qual se controla a empresa, da produção às finanças, registrando e processando cada fato novo na engrenagem corporativa e distribuindo as informações de maneira clara e segura, em tempo real, onde o objetivo não é colocar o software em produção, mas melhorar os processos de negócios usando a tecnologia da informação. Portanto, quanto mais específico e melhor for a implementação de um software dentro de uma empresa mais precisas serão as decisões tomadas, fazendo com que essa automatização de processos consiga diminuir custos, aumentar lucros, eficiência e eficácia, o que dá mais clareza às operações, elevando a produtividade e a excelência em relação à economia.

A revista Exame (Dino, 2018) afirma que 44% das empresas fizeram investimentos em sistemas de gestão empresarial, seja por nova compra ou *upgrade.* E no Brasil só em Business Intelligence (BI), Analytics e Big Data, a previsão do investimento seria de US$ 965 milhões para 2018. A reportagem diz que, em 2018, as companhias globais investiram US$ 3,7 trilhões em Tecnologia da Informação, alta de 4,5% sobre o ano de 2017, e que esse total seria puxado pelo setor de software corporativo, como os ERPs, BI e CRM, além de projetos de Big Data, M2M e IoT. Como são os casos da TOTVS, Qlik, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung (SAP).

O principal objetivo desta pesquisa foi analisar a utilização de sistemas/softwares de gerenciamento no Planejamento Estratégico e suas dificuldades na visão dos usuários, que poderão afetar a tomada de decisões, análise de dados e a economia da empresa, através da escolha dos sistemas de informação/softwares e definição de treinamentos/competências dos usuários.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

Conforme Sacool et al. (2003), essa implementação dos Sistemas/Softwares são complexas e exigem uma série de cuidados, e a qualidade das informações geradas dependerá diretamente de como foi executada a etapa de implementação, assim como o treinamento e capacitação dos usuários.

Como os sistemas geram muitos dados, com os quais o setor de Planejamento Estratégico irá definir os planos pelo qual a empresa deverá seguir afim de alcançar uma vantagem competitiva perante o mercado, é necessário não só realizar treinamento para os usuários que diariamente inserem, manipulam e analisam dados, mas também a contratação de especialistas com perfil analítico para que essas informações não sejam adulteradas por falta de habilidades e conhecimento.

Segundo Müller (2014), com o PE não se pretende adivinhar o futuro, mas traçar objetivos viáveis e propor ações para alcançá-los. A questão é evitar ser surpreendido com incertezas.

Para criar um PE efetivo, é necessário entender sobre a definição e aplicação da matriz SWOT e do 5W2H.

A Análise SWOT é uma ferramenta usada para realização de análise de um ambiente/empresa, e serve como base para o PE, pois ajuda a empresa a se posicionar ou verificar a situação em que se encontram. A avaliação estratégica realizada a partir da matriz SWOT é uma das ferramentas mais utilizadas na gestão estratégica competitiva. Trata-se de relacionar as oportunidades e ameaças presentes no ambiente externo com as forças e fraquezas mapeadas no ambiente interno da organização. As quatro zonas servem como indicadores da situação da organização.

A ferramenta 5W2H é muito útil quando conectada a ferramentas analíticas, como o caso da análise de dados do PE, quando requerem planos de ação (Sebrae, 2008). O método consiste em uma série de perguntas direcionadas ao processo produtivo que permite identificar as rotinas mais importantes, detectando seus problemas e apontando soluções.

## 2.2. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE OS SISTEMAS

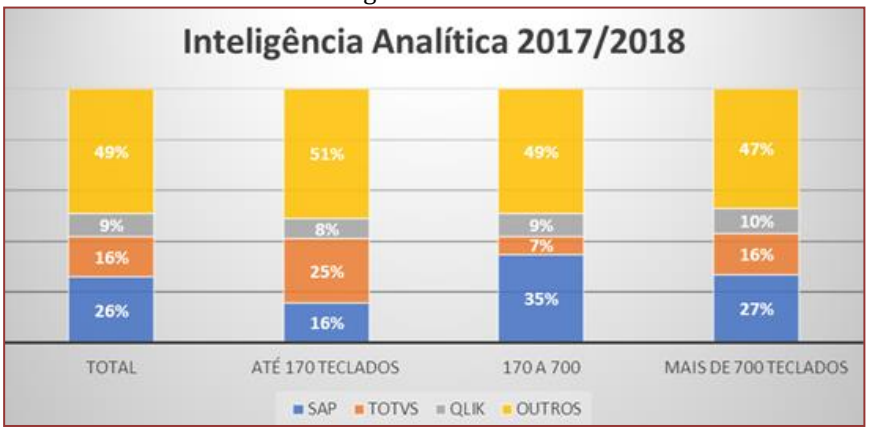
Para que uma empresa tenha êxito é importante que ela saiba onde quer chegar e quais as táticas mais eficazes para alcançar esses objetivos no menor espaço de tempo possível, ou seja, é preciso que ela desenvolva um Planejamento Estratégico, assim como tenha o software de geração de dados e o Analítico mais adequado e eficaz para a sua situação.

Para Toccato (2017), essa análise tem como vantagem o melhor julgamento das falhas nos processos e decisões estratégicas mais certeiras.

O dinamismo do mercado e da economia impulsionam as empresas para tomada de decisões diárias quando devem decidir sobre as possibilidades de crescimento, rentabilidade, investimento em novos produtos, remarcação de preços e outras medidas essenciais para o sucesso do negócio. É uma ação de suma importância para a gestão empresarial, independentemente do tamanho ou segmento, por permitir verificar a potencialidade e proporção das decisões de forma mais consciente e eficiente.

Dos sistemas utilizados para Planejamento Estratégico, os mais utilizados e que dominam o mercado atualmente estão o TOTVS e o SAP, que juntos detêm 42% do mercado, segundo a 29ª pesquisa sobre o Mercado Brasileiro de TI do Centro de Tecnologia de Informação, (FGV 2018), como pode ser observado no gráfico 1.

Gráfico 1 – Inteligência Analítica 2017-2018




Fonte: 29ª pesquisa sobre o Mercado Brasileiro de TI do Centro de Tecnologia de Informação. (FGV, 2018).

Conforme e como pode ser observado no gráfico 1 a TOTVS detém 25% do mercado entre as empresas de pequeno porte, de 1 a 170 teclados, e a SAP por empresas maiores, chegando a 27% em relação a mais de 700 teclados. Sendo que a Qlik chega a ficar a 2% acima da TOTVS em relação a empresas de 170 a 700 teclados, ou empresas de médio porte.

Segundo esta pesquisa, sobre os gastos e investimentos, as empresas de serviço têm um gasto de 11% do seu Faturamento Líquido, seguido por 7,7% das Empresas Médias, e tendo as indústrias com apenas 4,7%, no ano de 2017. Ainda de acordo com a Pesquisa da FGV sobre o Mercado Brasileiro de TI, o SAP, TOTVS e Qlik estão entre os três softwares mais usados no país, detendo o mercado em 51% no total, sendo os três sistemas apoiados pelo Software EXCEL, onde pode-se manipular os dados exportados, (FGV, 2018).



## 2.3. OS SISTEMAS

O Excel segundo a Microsoft (2016), o software foi desenvolvido na década de 80, por Dan Brinklin, o software possui diversas fórmulas, para áreas diversas, assim como infinitas possibilidades de programação em VBA, onde o usuário pode transformar uma planilha simples em algo muito mais complexo, a partir de inserção de dados e fórmulas, como relatórios com gráficos, dentre outros. Um dos

atrativos do programa é o fato de ter um preço muito competitivo, tendo como seu maior rival, o Google Sheets.

O Qlik Software de visualização e manipulação de dados, é como um EXCEL online, e é considerado uma ferramenta de Inteligência de máquina e Business Analytics, essa plataforma de gerenciamento e análise de dados se estende para diversos tipos de processos, podendo ser utilizada em celulares, computadores e tablets, facilitando os processos para que funcionários possam verificar dados em qualquer lugar, inclusive em viagem de trabalho ou visitas a fornecedores, ou seja, essa ferramenta tecnológica proporciona rapidez, flexibilidade, facilidade de uso e recursos poderosos, permitindo transformar dados vindo de diversas fontes em conhecimento de negócio, proporcionando ganhos altos em eficiência e eficácia ao Planejamento estratégico da organização.

O software possui instalação simples, estimula a inteligência do usuário, possui uma interface extremamente fácil, onde para criar gráficos e tabelas basta arrastar a nomenclatura dos dados que são necessários e o sistema vai criando, da forma que o usuário acha mais interessante, assim como uma programação fácil semelhante ao VBA do EXCEL, onde o próprio sistema auxilia o usuário informando quando está correto e como as fórmulas devem ser utilizadas, fazendo com que a plataforma seja bem interativa e dispensando um profissional de TI.

O SAP foi criado para solucionar problemas empresariais de forma a capacitar organizações com tecnologias inteligentes para gerar melhores resultados, com mais eficiência e impulsionar o crescimento frente ao mercado. É uma empresa de origem alemã, aberta em 1972, atuando há 23 anos no mercado brasileiro, com uma unidade junto ao polo da Universidade Unisinos em São Leopoldo, no Rio Grande do Sul. Ferreira,2009. Trata-se de uma ferramenta que fornece soluções práticas e personalizadas para integrar todos os departamentos de uma empresa, tendo sua principal atividade e venda em Sistemas integrados de Gestão Empresarial, e é dividido em 7 módulos: Material Management, Sales and Distribution, Financial Accounting, Human Capital Management, Controlling, Quality Management e Production Planning and Control.

A TOTVS está presente em 41 países com uma receita líquida de mais de R$ 2 bilhões. No Brasil, conta com 15 filiais, 52 franquias, 5 mil canais de distribuição e 10 centros de desenvolvimento. No exterior, conta com mais 7 filiais e 5 centros de desenvolvimento (Estados Unidos, México, China e Taiwan). Segundo Guimarães (2013), a TOTVS é um dos três sistemas mais conhecidos de análise de dados do mercado, tendo seu início em 1983 pela fusão das empresas Microsiga e Logocenter. Tem como sua ferramenta principal uma plataforma de Gestão integrada de colaboração e produtividade, proporcionando uma experiência de mais rapidez e interatividade aos gestores e colaboradores. Utilizado na área corporativa de Controladoria, Fiscal, Vendas, Jurídico, RH e Suprimentos.

## 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA COLETA DE DADOS DA PESQUISA

Segundo Gerhardt (2009), como a preocupação principal é o aprofundamento da compreensão de um grupo formado por profissionais da área, trataremos aqui de uma pesquisa básica, descritiva e qualitativa.

Esta pesquisa teve por objetivo coletar dados, com questões tanto abertas quanto fechadas para melhor exploração das respostas e para evitar uma tendência nos resultados.

Foram entrevistados pessoalmente trabalhadores que possuíam a necessidade de um software ou análise e gerenciamento de dados para as suas tarefas do dia a dia. Utilizou-se uma planilha do software Excel para anotar e tabular as informações à medida que os entrevistados estavam respondendo os questionamentos. Cabe salientar que os entrevistados foram informados sobre o propósito final do trabalho e se disponibilizaram voluntariamente a respondê-lo.

O delineamento da amostra foi realizado de forma não probabilística acidental, tendo como público alvo trabalhadores da área que utilizam os softwares citados anteriormente neste presente trabalho, sendo um total de uma amostra de 26 pessoas.

Os sujeitos da pesquisa trabalhavam em setores de Planejamento, sendo 26% com uma faixa etária entre 18 a 23 anos, 33% entre 24 e 29 anos e 30% entre 30 e 36 anos, 44% cursavam Ensino Superior e 48% tinham Pós-Graduação ou a cursavam no momento da entrevista. O grupo foi composto por 48% empregados de empresas de médio porte, faturamento anual entre 3,6 milhões e 12 milhões e até 499 funcionários, e 45% empregados em empresas de grande porte, faturamento anual acima de 12 milhões e acima de 500 funcionários, residentes na Região Sul do Brasil.

Esta pesquisa teve como foco empírico uma análise sobre a vivência Software versus Usuário em empresas que utilizam os dados gerados para tomada de decisões através de análise e relatórios gerados pelo setor de Planejamento Estratégico.

Os dados da organização e dos entrevistados permanecerão de forma oculta para preservação deles. O objetivo é identificar as maiores dificuldades que enfrentam no dia a dia em suas funções a fim de resolver problemas específicos citados na objetivação deste trabalho, envolvendo a verdade e os interesses do setor de PE e TI na empresa.

## 4. ANÁLISE DE DADOS E VISÃO USUÁRIO VERSUS SISTEMAS

A análise de dados tem como objetivo principal melhorar os processos operacionais dentro das organizações, seja ela provinda de planilhas ou de sistemas mais elaborados. No entanto, tecnologias mais ultrapassadas, como papéis e planilhas simples, demandam mais recursos e perda de tempo dos funcionários, além de prejudicar o desempenho e produtividade as quais poderiam estar auxiliando no processo de promover melhorias e identificando os pontos de oportunidade e ameaças para o crescimento da empresa.

A elaboração do planejamento estratégico é fundamental para que a empresa possa conhecer e identificar as variáveis que a cercam, e, para que haja uma visão realista do negócio, os softwares, sistemas e os analistas que geram, coletam e manipulam os dados, devem estar integrados às metas da organização. Isso porque precisam entender o problema que devem solucionar e gerar relatórios onde se possa identificar e decidir as ações necessárias para a melhoria dos processos.

Para o presente estudo, realizou-se uma entrevista, em abril de 2019, com pessoas que trabalham em empresas que utilizam softwares integrados no setor de Planejamento Estratégico. A seguir estão descritas duas perguntas das 10 formuladas com as respostas identificadas durante essa coleta. A entrevista será citada de forma anônima, pois somente alguns sentiram-se seguros para responder a questão, portanto o entrevistador será citado como “P” e os entrevistados como “E”.

Quadro 1 – Pergunta 1

| P | Se você utiliza mais de um Sistema/Software, quais são as dificuldades e problemas encontrados? |
|---|---|
| E1 | Lentidão. |
| E2 | Computador não suporta vários sistemas e planilhas abertos ao mesmo tempo. |
| E3 | Aumento da dificuldade em comunicar-se com outros setores, por falta de campo para isso nas ferramentas, e ser necessário a utilização de e- mail, onde também se perde informações. |
| E4 | Em um dos sistemas utilizados, há uma dificuldade em montar relatórios, devido à nomenclatura das colunas serem bastante parecidas e não haver uma identificação do que cada uma é, assim como não houve um treinamento adequado do uso desta ferramenta. |
| E5 | Não ter acesso a montagem e manipulação, somente visualização dos dados. |
| E6 | Dificuldade em ficar utilizando Planilhas em diferentes softwares, devido aos sistemas principais terem sua base disponível para download para este tipo de arquivo e a empresa não ter um padrão definido de qual utilizar, entre Google Sheets e Excel. |
| E7 | Tempo de execução e conexão entre as informações de cada software. |
| E8 | Inconsistência e lentidão na extração dos dados. |
| E9 | Travamento do sistema durante a utilização e recursos não disponíveis por completo ou atualizados. |
| E10 | Bases de dados diferentes limitam análises mais completas de forma automática. |
| E11 | Se um sistema não conversa com o outro a integração de alguns dados e sua análise precisam ser feitas manualmente, gerando dados errôneos ou má interpretação e manipulação. |

Fonte: elaborado pelos autores, (2019).



Foram questionados aos entrevistados sobre as dificuldades que, em geral, encontravam durante a realização do trabalho. 46% deles tiveram duas ou mais respostas semelhantes, que são elas:

a) Comunicação com o Gestor da área (23%);

b) Acesso a informações (31%);

c) Comunicação com outro setor (23%);

d) Elaboração de Planilhas (31%);

e) Elaboração de Relatórios (23%);

f) Manipulação ou análise dos dados (12%).

Em seguida questionou-se a respeito do que acreditavam ser necessário hoje para melhorar sua performance no trabalho.

Quadro 2 – Pergunta 2

| P | O que você precisaria hoje, dos sistemas/softwares, para suprir as necessidades do seu trabalho? |
|---|---|
| E1 | Uma melhor interpretação de dados, menos erros nos apontamentos, maior conexão entre os setores da empresa e provavelmente outras utilidades que estão além do meu conhecimento pelo tempo que eu utilizo o sistema. |
| E2 | Atualização da base de dados rápida. É amarrações inteligentes entre transações. |
| E3 | Que ele fosse mais dinâmico e me trouxesse relatórios mais precisos. |
| E4 | Um coletor de dados, um software mais completo. Maior acesso aos dados de movimentação de produtos. |
| E5 | Nada, o que tem hoje já é o suficiente. |
| E6 | Facilidade em gerar ordens de compras, flexibilidade na comunicação com outros programas. Facilidade em análise de indicadores. |
| E7 | Dados assertivos e facilidade de extração para tratamento. |
| E8 | Facilidade em gerar ordens de compras, flexibilidade na comunicação com outros programas. Facilidade em análise de indicadores. |
| E9 | Performance e uma equipe interna que consiga fazer os ajustes nos sistemas para atender a necessidade de cada área. Hoje dependemos muito de consultores externos que não conhecem os nossos sistemas para resolução dos problemas e consequentemente levam muito tempo para resolução com um custo elevado. |
| E10 | Baixo custo para as empresas investirem. |
| E11 | Ter todos os processos em um único sistema seria fundamental e que o sistema se adeque 100% a necessidade da empresa. |

Fonte: elaborado pelos autores, (2019).

Através dessas perguntas elaboradas e aplicadas aos entrevistados, foi possível identificar que as maiores dificuldades do usuário estão conectadas com as identificadas por Sacool et al. (2003). No entanto, existe uma dificuldade de os funcionários executarem tarefas básicas, como a elaboração, manipulação e criação de relatórios e grande dificuldade em comunicação, o que não seria necessariamente problemas dos sistemas em si, mas talvez da falta de treinamento e uma boa implementação do mesmo.

Essa dificuldade em utilização do sistema, manipulação dos dados e outros aspectos organizacionais atingem diretamente a tomada de decisões e a economia da empresa. Para isso, identificamos algumas necessidades que podem suprir esses possíveis danos:

a) Funcionários qualificados com conhecimento em métricas e análise dos dados;

b) Funcionários qualificados para utilização dos sistemas escolhidos pela empresa, ou treinamentos sobre os mesmos;

c) Revisão da integração dos sistemas utilizados devido aos sistemas secundários nem sempre conseguirem extrair todos os dados corretamente;

d) Melhoria dos processos para que exista um padrão de comunicação;

e) Melhoria da geração de relatórios sobre desempenho das áreas para identificação e correção de possíveis erros;

f) Interligação entre setores que se afetam;

g) Melhoria e revisão dos indicadores;

h) Gerenciamento do volume e consistência de dados;

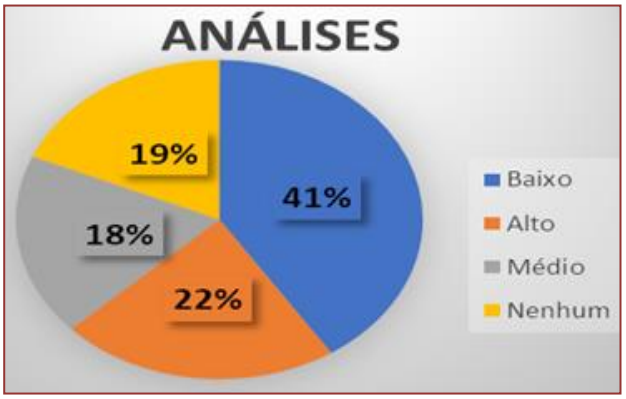
i) Melhoria na visualização e nos acessos aos dados.

Segundo Albuquerque (2019), em um mundo cada vez mais conectado, o controle e o gerenciamento de dados são os diferenciais para as organizações obterem o sucesso no mercado no qual atuam. E a importância é refletida nos números. As soluções de gerenciamento de dados para empresas devem movimentar cerca de US$ 105 bilhões até 2020, com um crescimento médio anual de 10,2%, de acordo com estimativa da MarketsandMarkets. Desempenho que é explicado pela necessidade cada vez maior na busca por otimizar produtos e serviços desenvolvidos pela companhia.

A qualidade do gerenciamento de dados é muito importante para o Planejamento Estratégico e deve ser levada como prioridade, pois é ele que permite um maior alinhamento entre a expectativa, a produtividade e as metas da organização, diminuindo conflitos e falhas operacionais e aumentando a vantagem competitiva. Por isso, durante a entrevista, foi questionado sobre a competência dos entrevistados na análise de dados, conhecimento sobre tabelas dinâmicas e gráficos.

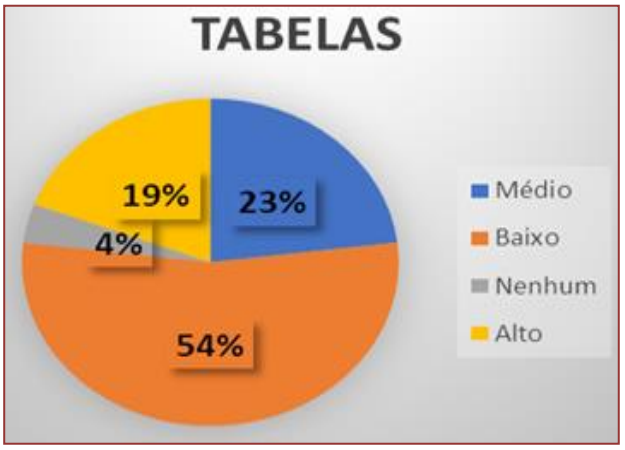
Identificou-se que 60% dos entrevistados não tinham conhecimento suficiente para análise ou tratamento de dados, 58% não eram aptos para leitura e criação de tabelas dinâmicas e 56% não tinham conhecimento suficiente para interpretar gráficos. Apenas 22% afirmam ter alto conhecimento sobre Análise de dados, 19% sobre tabela dinâmica e 18% de Gráficos, conforme pode ser visualizado nos Gráficos 2, 3 e 4 a seguir.

Gráfico 2 – Qual seu conhecimento sobre Análise de dados?



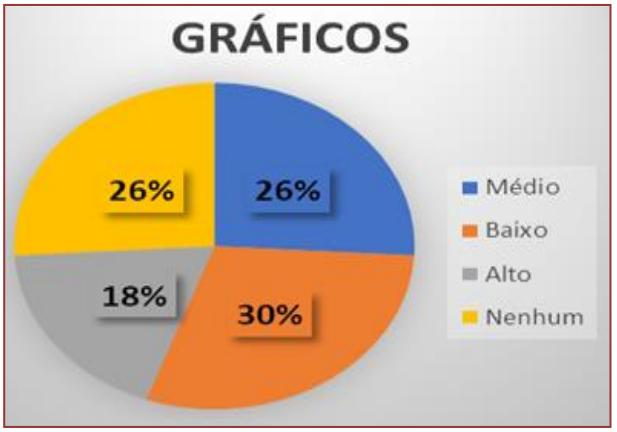

Fonte: elaborado pelos autores, (2019).

Gráfico 3 – Qual seu conhecimento sobre Tabela dinâmica?




Fonte: elaborado pelos autores, (2019).

Gráfico 4 – Qual seu conhecimento sobre Gráficos?




Fonte: elaborado pelos autores, (2019).

A partir dessa análise, propõe-se o desenvolvimento de um método/procedimento e/ou aplicação para utilização e integração dos softwares já existentes, para que se torne uma ferramenta mais assertiva de apoio ao gerenciamento dos dados e tomada de decisões, assim como uma forma com a qual se possa aumentar a capacidade analítica dos seus funcionários, bem como melhorar a contratação de profissionais qualificados.

## 4.1. FERRAMENTAS DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E BANCO DE DADOS

A maioria das organizações usa a tecnologia da informação para desenvolvimento, reestruturação e melhoria dos processos de negócios que são vitais para economia empresarial. Por isso as empresas optam por instalação de uma central de TI e Softwares os quais auxiliam a integração de dados das diversas áreas que formam uma organização. Existem vários tipos de sistemas. Dentre eles, os mais usados são:

a) ERP - Planejamento de Recursos Empresariais: é um sistema de informática responsável por cuidar de todas as operações diárias de uma empresa.

b) SCM - Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: é a interação de diferentes processos e atividades que visam à criação de valor dos produtos e serviços para o cliente final.

c) CRM - Gerenciamento do Relacionamento com o Cliente: é uma estratégia de negócio com o foco no cliente.

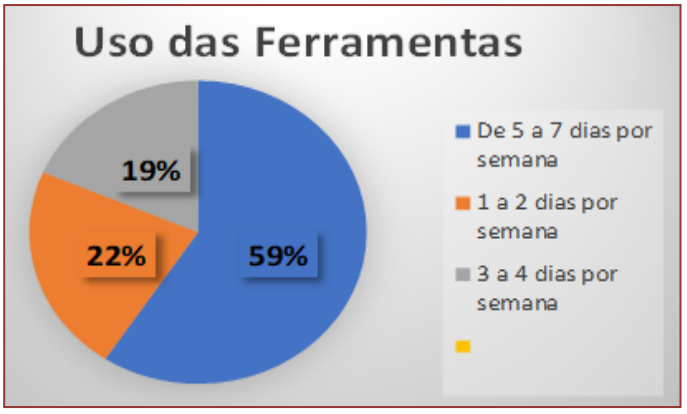
d) BI - Inteligência de Negócio: é um conjunto de técnicas e conceitos para entregar informações certas no tempo certo, utilizada para tomada de decisões.

A escolha do sistema correto é muito importante para que supra as necessidades da organização, pois a implementação de um sistema não é uma tarefa muito simples e exige um processo de mudança cultural, sensibilização de todas as áreas funcionais e amadurecimento para uma visão plena dos indicadores

Segundo Petenate (2018), o que se percebe hoje é que, enquanto uma empresa traça estratégias avaliando informações de sistemas internos – por mais integrados e complexos que sejam -, a concorrência estará combinando informações de diversas outras fontes. A empresa que insistir em seguir na contramão da análise de dados estará fadada a enfrentar grandes dificuldades para se diferenciar e até mesmo para se manter no mercado. Para isso, é necessário que haja uma estrutura de dados assim como o uso de ferramentas adequadas para cada tipo de empresa.

Seguindo essa visão, dentro da pesquisa citada no trabalho, foram realizadas perguntas referentes os sistemas mais utilizados no Brasil. Ao questionar alguns usuários sobre o uso semanal dessas ferramentas, EXCEL, Qlik, SAP e TOTVS, identificamos que 59% dos usuários entrevistados utilizam os sistemas na faixa de 5 a 7 dias na semana, proporcional a sua carga horária de trabalho, sendo considerado uma utilização diária, conforme o Quadro 2 e 6, 42% das empresas na qual os entrevistados trabalhavam utilizavam softwares de ERP, 12% CRM, 13% de BI e 23% não sabiam diferenciar o tipo de sistema.

Gráfico 5 – Quantas vezes na semana você utiliza as Ferramentas?




Fonte: elaborado pelos autores, (2019).

Para a escolha de um sistema/software, é imprescindível que se faça um estudo sobre a empresa e os usuários para que identifique o que mais irá se adequar às metas e aos objetivos pré-definidos, que farão com que essa ferramenta seja benéfica de forma a trazer a integração dos diversos setores empresariais, o incremento do controle dos processos e operações, atualização tecnológica, redução de custos e acessos a informações de qualidade para o Planejamento Estratégico da organização.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho identificou problemas enfrentados no Gerenciamento de dados empresarial, que é utilizado como base para o Planejamento Estratégico que busca o atingimento de metas e objetivos da empresa para que possa obter o crescimento econômico que almeja.

### 5.1 APÓS A ANÁLISE DAS RESPOSTAS PROFERIDAS PELOS USUÁRIOS COM RELAÇÃO AOS QUESTIONAMENTOS SOBRE O DESEMPENHO DOS SISTEMAS OBTIVEMOS AS CONCLUSÕES TÉCNICAS FINAIS SOBRE ESTAS OBSERVAÇÕES:

a) Os usuários do sistema SAP acreditam possuir conhecimento intermediário, pelo fato de não terem acesso a muitas transações do programa e as que utilizam serem mais mecânicas, não dando muita liberdade e facilitando o conhecimento sobre a que ele utiliza no dia a dia;

b) O sistema TOTVS é mais conhecido como Protheus, ou pelo nome da antiga empresa Microsiga;

c) Os usuários informam ter conhecimento intermediário sobre o software EXCEL, no entanto afirmam não possuir conhecimento suficiente e compatível com tabela dinâmica e com Gráficos e Dashboards, ou seja, a utilização de fórmulas e manuseio de informações dentro da ferramenta, para o entendimento destes usuários, é ter um entendimento suficiente;

d) Há uma grande dificuldade de comunicação entre os Gestores da área na qual trabalham, o que pode distorcer a solicitação que os mesmos fazem, assim como a apresentação dos resultados finais;

e) No sistema Qlik, os usuários têm grande dificuldades de entender o conceito das informações disponibilizadas e não possuem conhecimento suficiente para manuseio dentro da ferramenta, mesmo ela sendo muito próxima a ferramenta EXCEL, do qual informam ter conhecimento intermediário;

f) Percebemos também que os usuários não tiveram um treinamento suficiente e a implementação dos Sistemas utilizados não foi a mais adequada;

Recomenda-se que as organizações estejam mais atentas aos erros comuns que tendem a cometer e possam corrigi-los, iniciando pela escolha adequada do sistema de informação que mais irá se adequar aos processos e usuários da empresa, assim como analisar melhor a contratações e investimentos em treinamentos para seus funcionários, melhorando a qualidade da informação repassada em seu ambiente interno para poder gerar uma visão mais acertada do mercado em que atua.

A importância deste trabalho para o âmbito profissional e para a diretoria empresarial é fundamental, para que possam compreender os pontos que podem ser melhorados, assim como identificar os

problemas e dificuldades que os cercam dentro desse setor, pois, com as mudanças organizacionais nos modelos de gestão empresarial e o aumento de competitividade nas empresas, torna-se indispensável a adoção de uma atuação sistêmica nas ações diárias e uma visão analítica global em relação aos dados gerados.

Para que essas decisões sejam as mais assertivas e eficazes, não é necessário apenas um bom profissional para definir quais são as melhores estratégias de negócio, mas também uma base sólida para esse setor, com funcionários que tenham uma boa visão analítica referente aos dados gerados pelas empresas, assim como um sistema que consiga cumprir com a demanda e entregar a melhor solução tecnológica para facilitar essa assertividade e dar precisão as ações que serão tomadas.

Nesta pesquisa foram evidenciadas as necessidades do Planejamento Estratégico empresarial, que visam identificar quais as melhores soluções a serem tomadas para que ele se torne cada vez mais robusto e demonstre para a diretoria das organizações o seu grau de importância.

O objetivo desta pesquisa está definido como analisar a utilização de sistemas/softwares de gerenciamento no Planejamento Estratégico e suas dificuldades na visão dos usuários, que poderão afetar as tomadas de decisão, a análise de dados e a economia da empresa, através da escolha dos sistemas de informação/softwares e definição de treinamentos/competências dos usuários. Foi realizada uma revisão teórica utilizada como embasamento para análise e identificação dos principais conceitos do Planejamento Estratégico, gerenciamento de dados e softwares que condizem com essas soluções.

Para identificar danos externos que os erros cometidos podem causar na economia da empresa, é necessário realizar uma análise mais profunda a respeito, para evidenciar se dentre as soluções para melhorar a comunicação da equipe e a análise dos dados seria preciso implantar processos mais concretos, softwares que supram as necessidades empresariais e profissionais que entendam melhor sobre suas posições e funções.

Com base nesta pesquisa é indicado o desenvolvimento de uma aplicação/treinamento e forma de utilização para o departamento de Planejamento Estratégico e aconselha-se, como tema para futuros trabalhos, um estudo da aplicação/treinamento e escolha de profissionais para suprir a necessidade do setor para que se possa melhorar tanto a comunicação entre a equipe e demais setores da empresa quanto a visão analítica e formas de analisar os dados para que não se percam informações importantes e melhore o engajamento e resultados do departamento de Planejamento Estratégico.

## REFERÊNCIAS

[1] Albuquerque, Rafael. Saiba como o gerenciamento de dados pode alavancar o seu negócio. In Ecommerce Brasil, 07 de janeiro, 2019. Disponível em: https://www.ecommercebrasil.com.br/artigos/gerenciamento-de-dados-alavancar-o-negocio/ Acesso em: 20 de maio, 2019.

[2] Bertaglia, Paulo Roberto. Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento. 2ª ed. rev. E atual. – São Paulo: Saraiva, 2009.

[3] Microsoft. 2016. Disponível em: < https://www.microsoft.com/pt-br/>. Acesso em: 08 de maio, 2019.

[4] Dino. O promissor mercado dos dados requer integração. 2018. In Revista Exame Abril, 8 de fevereiro de 2018. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/negocios/dino/us-965-milhoes-em-2018-o-promissor-mercado-dos-dados-requer-integracao/>. Acesso em: 24 abril 2019.

[5] FGV. Fundação Getúlio Vargas. Tecnologia de Informação - FGV EAESP. In FGV EAESP. Disponível em: <https://eaesp.fgv.br/sites/eaesp.fgv.br/files/pesti2018gvciappt.pdf>. Acesso em: 15 de abril, 2019.

[6] Gerhardt, Tatiana Engel e Denise Tolfo Silveira. Métodos de Pesquisa Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

[7] Mendes, Juliana Veiga et al. Sistemas Integrados de Gestão (ERP) em Pequenas e Médias Empresas: Um confronto entre a Teoria e a Prática Empresarial.1 ed. – São Paulo, Atlas, 2003. 367 p.

[8] Müller, Cláudio José. Planejamento Estratégico, indicadores e processos, uma integração necessária. 1ª ed. – São Paulo: Atlas, 2014. 224 p.

[9] Qlik. 2018. Disponível em: <https://www.qlik.com/pt-br>. Acesso em: 06 de novembro, 2018.

[10] Petenate, Marcelo. O peso da análise de dados para empresas. In Escola IDTI, 19 de outubro de 2018. Disponível em: <https://www.escolaedti.com.br/a-importancia-da-analise-de-dados-para-um-negocio/>. Acesso em: 25 de maio, 2019.

[11] Sacool et al, Amarolinda. Sistemas Erp no Brasil: (Enterprise Resource Plannig): teoria e casos. São Paulo: Atlas, 2003.

[12] Sap. 2018. Disponível em: <https://www.sap.com/brazil/about.html>. Acesso em: 06 de novembro, 2018.

[13] Sebrae. Ferramenta 5W2H. Disponível em: Acesso em: 15.nov.2018. Disponível em: <https://m.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/tipoconteudo/planejamento/conteudos>. Acesso em: 15 de maio, 2019.

[14] Toccato, Tecnologia. Saiba qual é a relevância da análise de dados para sua estratégia. In Blog Toccato, 27 de setembro de 2017. Disponível em: < https://blog.toccato.com.br/saiba-qual-e-a-relevancia-da-analise-de-dados-para-sua-estrategia/>. Acesso em: 23 de maio, 2019.

[15] Totvs. 2018. Disponível em: < https://www.totvs.com/>. Acesso em: 06 de novembro, 2018.

# Capítulo 5

## *Gestão da inovação em organizações militares: Uma revisão sistemática da literatura*

*Mateus Atique*
*Isaac Borges Mota*
*Lucas dos Santos Althoff*
*Edgard Costa Oliveira*

Resumo: A gestão da inovação é um importante processo para qualquer tipo de organização. Para organizações militares, a gestão da inovação é de certa forma imprescindível para o setor de defesa de uma nação. O objetivo deste estudo é identificar o estado da arte das pesquisas sobre Gestão da Inovação entre os anos de 1945-2019. Para isso, realizou-se uma revisão bibliométrica por meio da Teoria do Enfoque Meta Analítico Consolidado (TEMAC), para conhecer os principais autores e informações sobre a gestão da inovação em organizações militares no Brasil e no mundo. Para obter os dados, utilizou-se a base de dados Web of Science™ (WoS) e para a visualização dos mapas de calor utilizou-se o software VOSviewer. A coleta de dados, utilizando os termos "innovation", "management" e "military", entre outros, apresentou um resultado de 150 documentos em todas as áreas de conhecimento. Os resultados contribuem na apresentação de um mapa conceitual integrando as principais pesquisas da área, identificando os autores, estudos e abordagens mais relevantes sobre gestão da inovação em organizações militares nos últimos anos e na ampliação de um método de revisão da literatura.

Palavras-chave: Inovação, Gestão, Militar, Forças Armadas, Teoria do Enfoque Meta Analítico Consolidado

## 1. INTRODUÇÃO

É visível atualmente pelos setores das mais diversas atividades, a crescente aceleração da evolução da ciência, da tecnologia e da inovação. A criação de informação e conhecimento é dada de maneira quase instantânea, transformando os setores que investem intensivamente nessas áreas nos setores mais ativos e influentes da sociedade e da economia mundial.

O Brasil deu um grande passo em relação ao contexto da Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) com a criação da Lei Nº 10.973 de 2 de dezembro de 2004 que dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e de outras providências (Brasil, 2004). E também com o Novo Marco Legal da Inovação através da Lei Nº 13.243 de 11 de janeiro de 2016 que dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação (Brasil, 2016).

Após a criação da Lei de Inovação, outro marco fundamental para a segurança da inovação brasileira foi definido pela Estratégia Nacional de Defesa (END) através do Decreto Nº 6.703, de 18 de dezembro de 2008 onde são estabelecidas as diretrizes no âmbito das Forças Armadas de modo a garantir a segurança do país e garantir que as tecnologias mais avançadas estejam sob domínio nacional. Ainda segundo a END a Política de Ciência, Tecnologia e Inovação para a Defesa Nacional tem como um de seus objetivos, proporcionar o estímulo ao desenvolvimento científico, de novas tecnologias e da inovação em áreas de interesse da União em relação a Defesa Nacional (Brasil, 2008).

A partir desse cenário de mudanças que o Brasil passou a adotar, o Exército aprovou a Diretriz para Implantação do Processo de Transformação do Exército Brasileiro através da Portaria Nº 075 do Estado-Maior do Exército (EME) em 10 de junho de 2010. A Diretriz tem como objetivo, entre outras coisas: trazer o Exército de uma concepção ligada à era industrial para uma concepção ligada a era do conhecimento; proporcionar ao Exército o desenvolvimento das capacidades requeridas pela evolução da estatura político-estratégica do Brasil; reforçar junto à sociedade brasileira a percepção da relevância e da imprescindibilidade do Exército para a Nação; realizar a modernização dos sistemas operacionais; implantar uma mentalidade de inovação; e adequar a estrutura do Exército aos limites impostos pelo orçamento federal.

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo, estudar as principais contribuições científicas acerca da gestão da inovação no meio militar no Brasil e no mundo e através desse propósito, conseguir responder as seguintes perguntas: A utilização dos conceitos de gestão da inovação estão alinhados à evolução das pesquisas realizadas nos últimos anos? Quais são os principais países que investigam esse assunto? Quais trabalhos foram mais citados? Quais autores são mais relevantes? Para responder a essas questões, serão avaliados os últimos 10 anos de estudos na área de gestão da inovação em meio militar, utilizando a Teoria do Enfoque Meta Analítico Consolidado - TEMAC, de Mariano e Rocha (2017). No tópico 2 é apresentado a metodologia utilizada nesta pesquisa. Logo a seguir, no tópico 3 são apresentados os resultados obtidos e no tópico 4 são apresentadas as conclusões alcançadas.

## 2. METODOLOGIA

O presente estudo é do tipo exploratório quantitativo, utilizando a Teoria do Enfoque Metaanalitico Consolidado (TEMAC), de Mariano e Rocha (2017). Consiste em três passos, sendo o primeiro a preparação da pesquisa, segundo a apresentação e inter-relação dos dados e por último o detalhamento, modelo integrador e validação dos dados.

O primeiro passo constitui-se na pesquisa utilizando-se a base Web Of Science, com os termos “innovation” e “management” e “military” ou “innovation” e “management” e “army” ou “innovation” e “management” e “armed forces”, no raio de busca entre 1945-2019, onde apresentou um resultado de 150 documentos em todas as áreas de conhecimento dos termos. Somente os Estados Unidos representam 33,33% das publicações na área de pesquisa, sendo justificado pelo fato de haver um grande investimento no ensino e desenvolvimento de pessoas nessa área de inovação (Inovação: estratégia de sete países, p.46). O Brasil não possui grande expressão nessa área, possuindo apenas 2 artigos, demonstrando a falta de interesse nessa área de inovação, principalmente miliar.

O segundo passo consiste na apresentação e interrelação dos dados, a partir dos princípios de bibliometria para fazer as análises dos resultados obtidos e por fim o terceiro passo, que consiste em apresentar o detalhamento, o modelo integrador e validação por evidência, utilizando os mapas de calor co-citation e coupling.

Foi utilizado o software VOSviewer 1.6.9 para interpretar os dados extraídos da base Web Of Science e gerar os mapas de co-citation e coupling.

## 3. REVISÃO DA LITERATURA E RESULTADOS

### 3.1. GESTÃO DA INOVAÇÃO

É possível encontrar na literatura muitas teorias sobre inovação. Ao longo do tempo, essas teorias vem se multiplicando cada vez mais, muito das vezes sendo uma redução ou ampliação do conceito apresentado por Shumpeter um dos primeiros economistas a estudar sobre este tema. Schumpeter (1982) afirma que, através de cinco diferentes aspectos as empresas poderiam, ou até mesmo deveriam substituir as tecnologias obsoletas em uso por novas e inovadoras tecnologias. (Freitas, 2013).

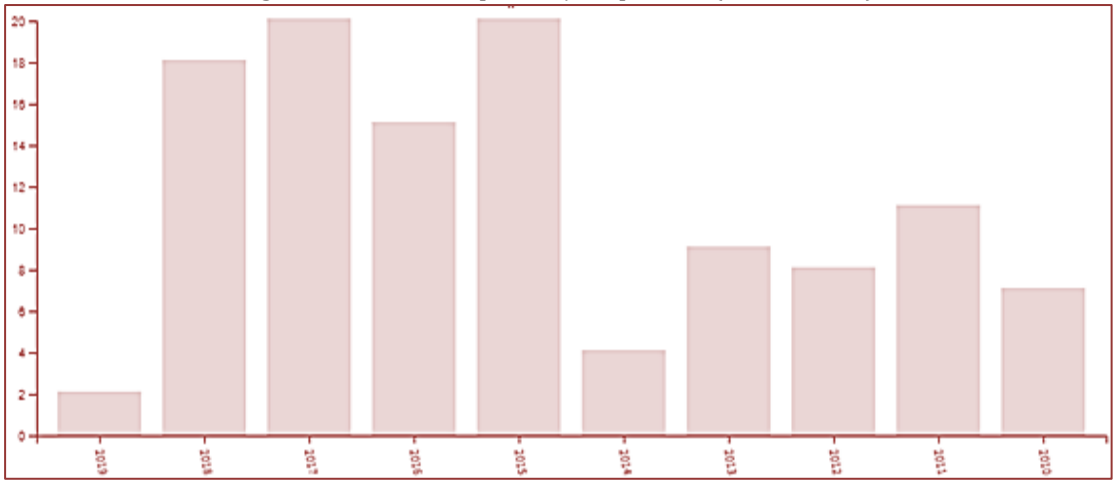
Para alguns autores, a inovação vem com um propósito exíguo; muitas vezes, relacionando apenas a processos, produtos e serviços. Entretanto, para outros, a inovação acaba trazendo um propósito mais abrangente e contempla, também, as inovações na área de gestão e na área de negócios (Lopes, 2011).

Segundo Freitas (2013), a gestão da inovação compreende um conjunto de recursos que possibilitam obter êxito ao inovar, por exemplo: levantar e processar oportunidades; escolha de projetos; acompanhar e gerenciar projetos; preparar para lançamento; e absorver aprendizado organizacional. Seguindo essa linha de pensamento, ele define que o processo de inovação tem como base o levantamento de "Indícios de oportunidades", podendo ser essas oportunidades novas tecnologias, mercados, atuação competitiva, alterações nas políticas ou nos ambientes regulatórios, etc.

### 3.2. GESTÃO DA INOVAÇÃO NA LITERATURA

Para entender a gestão da inovação no meio militar, foi realizado uma pesquisa na base de dados do Web Of Science, utilizou-se o padrão de busca: "innovation" e "management" e ("military" ou "army" ou "armed force"), no período entre 1945-2019, com um total de 150 documentos, sendo 74 artigos, 69 documentos para congressos, 6 revisões da literatura, 3 material de editorial e 1 revisão de livro.

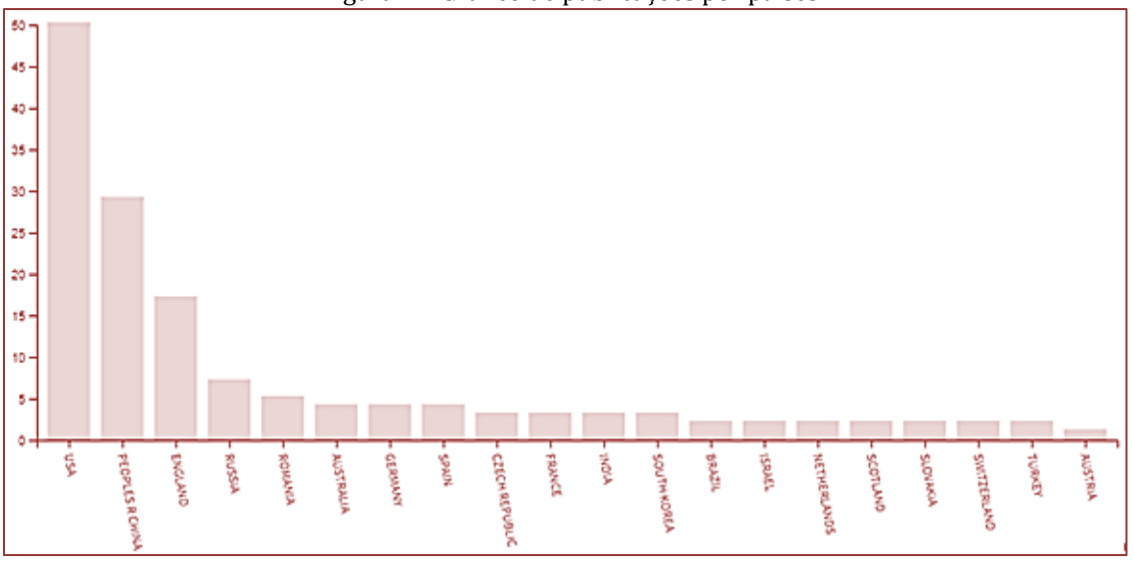
Figura 1 – Gráfico de publicações por ano (2010 – 2019)




Fonte: Autores. Extraído do Web Of Science.

A partir da figura (1) é observado uma variação nas publicações. Durante os anos de 2010 a 2014 foram os aos com menor volume de publicação, em relação aos demais anos. Isso demonstra um baixo interesse em pesquisar sobre o tema. Segundo Mariano e Maíra (2017), o declínio ou aumento das pesquisas na área obedece a Teoria Epidêmica de Goffman, onde afere a razão do crescimento e declínio das pesquisas. De 2016 a 2019, é notável um aumento das publicações sobre o assunto, quando começou a haver uma mudança de mentalidade nas organizações militares.

Figura 2 – Gráfico de publicações por países




Fonte: Autores. Extraído do Web Of Science.

Na figura (2) podemos observar a relação de publicações por países. Para entender essa relação, é necessário remeter a Lei 80/20, como descrito por Mariano e Maíra (2017) onde demonstra a relação que o uso de 20% das informações é feita por 80% dos usuários. Com isso, pode-se analisar como o Estados Unidos lidera, com 50 publicações no assunto O resto dos países possuem poucas publicações, denotando que há uma necessidade de investir mais em pesquisa no assunto, como no caso do Brasil, possuindo apenas duas publicações no período estudado.

O primeiro artigo publicado com alguma relevância, sendo publicado em alguma revista indexada foi em 1968, sendo publicado no Training and Development Journal. A partir dessa publicação até 2019 já soma 796 citações, com uma média 29,48 citações por ano. Sendo desse total, 156 foram realizados nos últimos 5 anos, comprovando um aumento do interesse e relevância do assunto no meio militar.

O artigo mais citado no meio de gestão da inovação nas organizações militar é do Rosen, Kathleen R (The history of medical simulation), de 2008, com 163 citações, representando 20,47% das citações em único estudo. Este estudo fala sobre a inovação nas simulações dos procedimentos médicos fazendo um comparativo com as organizações militares no quesito de inovações.

O autor que mais publicou foi Fan JM, com 3 estudos com bastante relação com o tema proposto. O primeiro estudo publicado por ele, tem como título de Pathway analysis of core knowledge achievements sharing an base-on theory of knowledge value, de 2008, onde ele descreve sobre como a China é fechada para inovações e com isso, propõe uma revisão nos modelos de gestão da inovação de todas as esferas, principalmente no modelo militar. O segundo estudo dele, com o título de Risk governance path analysis for Dual-use core technologies integration based on open innovation, de 2011, fala sobre a necessidade de política e regulamentações para haver um gerenciamento melhor dessa inovação, criando um caminho para aplicar essas melhorias. E o terceiro artigo, com o título de Research on integration platform of Dual-use core technologies based on open innovation, de 2009, descreve sobre o modelo de inovação e gerenciamento da inovação, por parte do Governo, onde causa vários problemas de gestão, inclusive no sistema de gestão militar, causando diversos problemas e com vários riscos.

Com o objetivo de representar as palavras-chaves de todos os documentos de uma forma mais visual, foi feita a world cloud, como visto na figura (3), utilizando um aplicativo online de análise de conteúdo chamado TagCrowd. Para criar a figura, foram inseridos no aplicativo todas as palavras chaves dos 150 documentos. Para construir o mapa de palavras, as 30 palavras com mais frequência foram selecionadas e de acordo com essas frequências, as palavras ficam em tamanhos diferentes, para uma melhor visualização, permitindo analisar as principais linhas de pesquisa.

Figura 3 - Mapa de palavras chaves

Fonte: Autores. Extraído do aplicativo online TagCrowd.

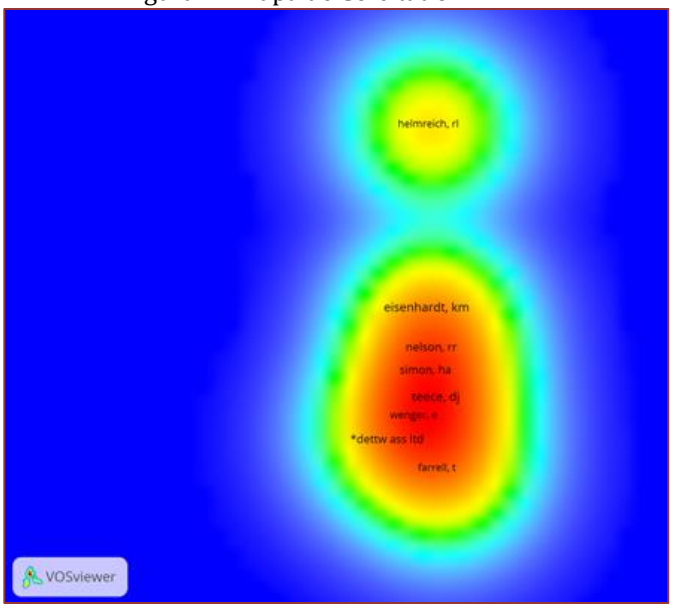
O mapa de palavras chaves ajuda a entender os núcleos de cada trabalho, permitindo analisar e estudar. A partir da figura, podemos verificar e analisar que a principal temática da pesquisa sendo a gestão da inovação nas organizações militares, possuindo uma maior frequência, como "inovação", "gerenciamento", "militar" e "sistemas" foram contempladas no trabalho. Pode-se observar também, o aparecimento de "knowledge" uma vez que o conhecimento está muito relacionado com a inovação como a palavra "technology" ambas fazem parte do conjunto para inovar.

Para entender o motivo dessas palavras aparecerem, precisamos entender o contexto atual da sociedade, uma vez que estamos num contexto de mudanças constantes e rápidas, É necessário entender uma relação da gestão da inovação no meio militar, como já dito, algumas organizações militares no Brasil estão focando cada vez mais, como é o caso do Exército Brasileiro. Segundo Ferreira (2017), o objetivo da criação de uma agência de inovação pelo Exército deu-se pela necessidade de aproximar o Brasil próximo a literatura demonstra e para iniciar uma mudança de cultura e mentalidade da própria organização.

A partir das observações do mapa de palavras chaves, pode-se entender como o assunto passa por diversas áreas de conhecimento, ampliando o conhecimento da gestão da inovação, sendo necessário entender as principais abordagens. Com isso, foram feitos dois mapas de calor referente a co-citation e bibliographic coupling ambos feitos no software VOSviewer.

A figura (4) demonstra as co-citações mais frequentes, ou seja, aqueles artigos que são citados juntos, possibilitando inferir uma paridade nos estudos (Mariano e Rocha, 2017). Para essa análise, os documentos considerados são de 1945-2019.

Figura 4 - Mapa de Co-citation.




Fonte: autores. Retirado do software VOSviewer 1.6.9

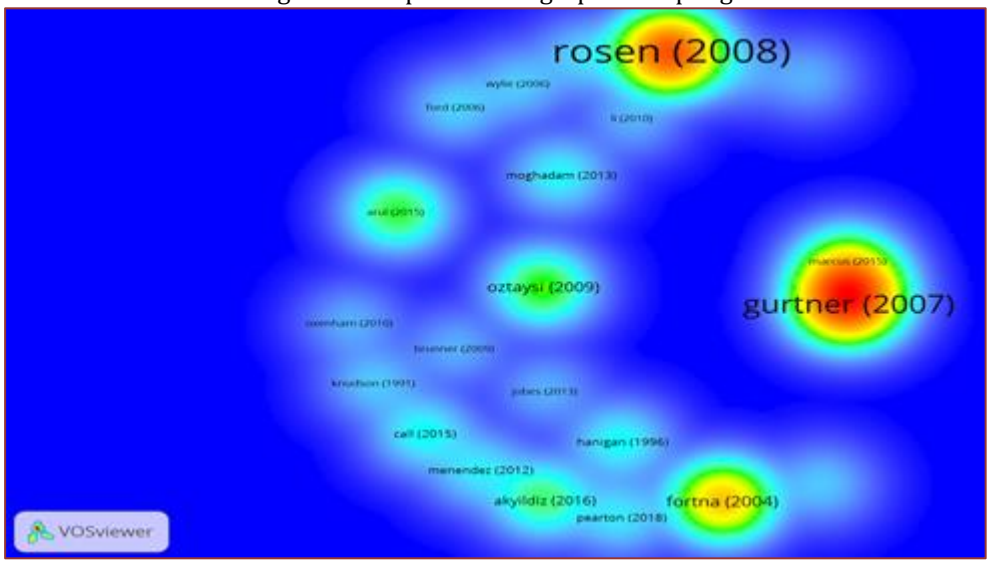
Observando o mapa de calor (figura 4), é notável demonstrar uma maior concentração em apenas uma das frentes, representado pelo pólo vermelho, demonstrando uma maior relação entre os autores.nas suas citações.

Esse pólo não possui uma liderança, mas vários autores que estão próximos entre si, mas estão em conjunto. David J.Teece (1993), no seu artigo fala sobre como as agências de inovação precisam saber o que inovar e quando inovar, uma vez que nem sempre essas empresas recebem o valor econômico investido, precisando ter uma posição mais firme. Seguindo, Nelson R. R. descreve como as empresas são como organizações vivas, que nascem crescem e morrem, e precisam ter uma evolução econômica coerente, juntamente com uma evolução tecnológica. Em suma, essa linha de pesquisa está fortemente ligada a teoria das empresas e tecnologia, que liga com a inovação, uma vez que é muito comum esse pensamento de apenas no produto e não muito no gerenciamento da inovação em todas as áreas da empresa.

A outra linha de pesquisa liderada por Robert L. Helmreich, fala sobre a inovação no ensino e instrução de tripulantes na aviação civil. Assim, verificou que essas duas linhas de pesquisa trazem uma inovação em diversas áreas, como na educação/treinamento e na área da tecnologia e posterior crescimento econômico da empresa.

O segundo mapa de calor (figura 5) é o acoplamento bibliográfico (bibliographic coupling) referente a dados a partir de 2017. A partir dessa análise, é possível perceber quais são os fronts de pesquisa. O acoplamento tenta buscar trabalhos que citam iguais, possuem alguma similaridade (Mariano e Rocha, 2017).

Figura 5 - Mapa de Bibliographic Coupling.

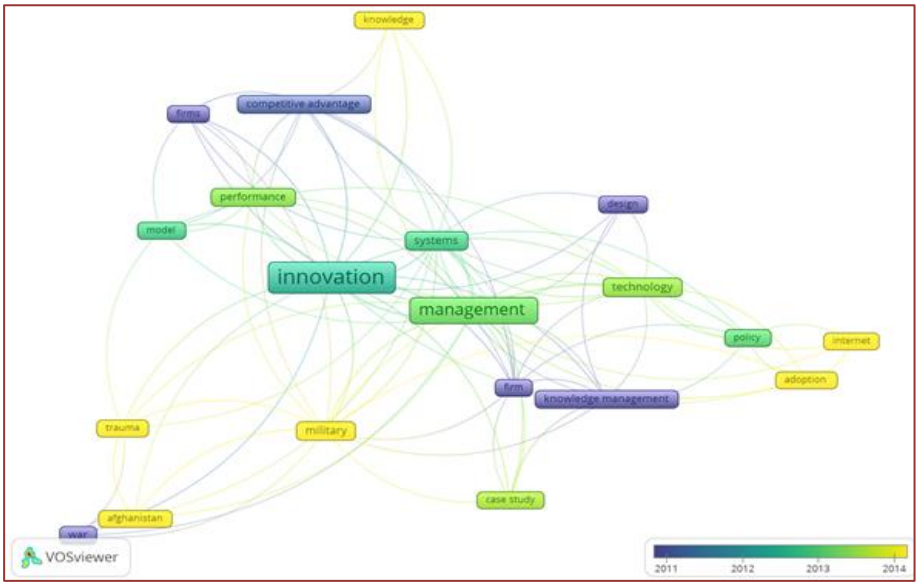



Fonte: autores. Extraído do software VOSviewer 1.6.9

A partir da figura, o primeiro front com bastante expressão é de Andrea Gurtner et al. (2007) que trata da teoria das relações hierárquicas, utilizando um método militar para entender as relações entre subordinados, demonstrando como as relações podem trazer impactos no alcance dos objetivos. Essa teoria foi utilizada por diversos outros para explicar sobre essas relações de hierarquia e de relações humanas. Outra concentração é liderada por Rosen (2008), focada mais nos estudos sobre a educação na medicina. Essa teoria utiliza como referência modelos militares de transferência da educação e na inovação, utilizando a tecnologia como benefícios para essa inovação no meio educacional.

Uma outra análise que pode ser feita é usando o mapa de co-ocorrência (figura 6), que visa demonstrar quais palavras chaves foram mais citadas juntas (Mariano e Rocha, 2017). A partir dessa análise feita ano a ano, podemos observar o comportamento nos artigos.

Figura 6 - Mapa de co-ocorrência por ano.

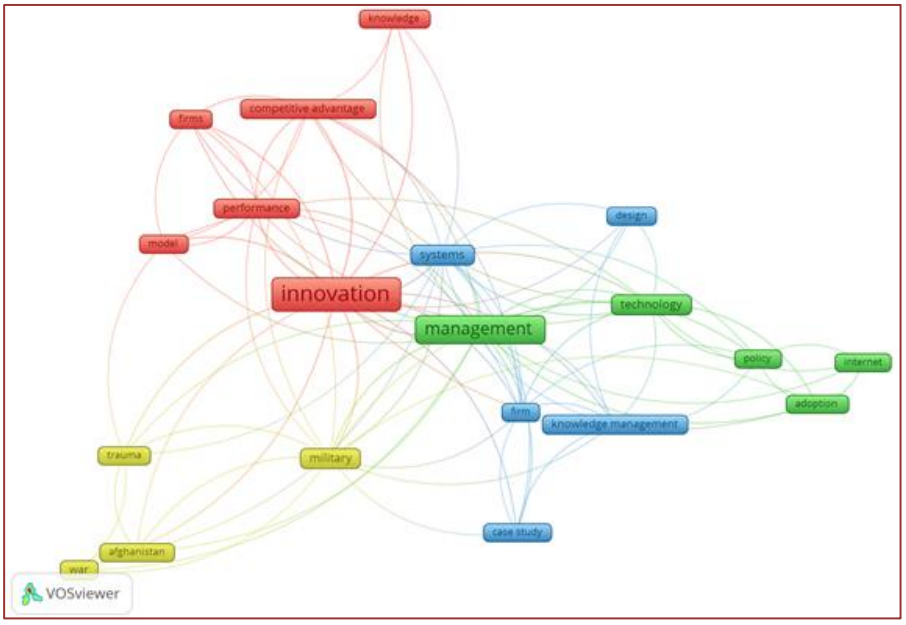



Fonte: autores. Extraído do software VOSviewer 1.6.9

Observando o mapa, é possível perceber algumas ligações entre os anos e as palavras mais citadas, como é o caso das palavras “military”, “trauma”, “afghanistan”, “adoption” e “internet” ambas em 2014 foram que mais apareceram nos artigos, uma vez que houve uma grande mudança no desenrolar da guerra, que se arrasta desde de 2001, onde existiu um aumento dos embates e das mortes. Outra análise, são as palavras chaves do ano de 2013, que são “perfomance”, “management”, “technology” e “policy” termos que em união formam a essência da inovação, puxando essas ideias do ano interior, onde “innovation”, “systems” e “model” foram destaques, esses dois anos trouxeram uma união, iniciando com a inovação e fechando com perfomance e gerenciamento. Isso demonstra como os autores foram entendendo essa relação e os benefícios de uma gestão da inovação traz para todas as áreas.

Além do mapa de co-ocorrência por ano (figura 6), pode-se analisar de outra forma essas palavras chaves, utilizando o mapa de co-ocorrência por clusters (figura 7), onde é demonstrado uma relação de aglomerados por palavras chaves.

Figura 7 - Mapa de co-ocorrência por clusters




Fonte: autores. Extraído do software VOSviewer 1.6.9

Essa análise tem como objetivo demonstrar os aglomerados das palavras chaves e suas relações. São apresentados quatro clusters e é possível inferir as relações que cada grupo de palavras chaves são intimamente ligado. O cluster em vermelho, que possui a palavra "innovation" como central, ele possui também as palavras "performance", "model", "knowledge", "firms" e "competitive advantage" todas essas palavras fazem parte do conjunto de inovação, sendo consequências de uma inovação bem feita. Outro cluster formado em amarelo, representa as ocorrências das palavras ligadas ao "military" sendo possível entender a relação que "trauma", "war" e "afghanistan" possuem em comum, como dito anteriormente.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O problema deste estudo foi identificar e entender quais os autores que mais trouxeram contribuições sobre a gestão da inovação nas organizações militares e suas abordagens. Pode-se observar que não possui vários autores que escrevem sobre o tema. Porém, é possível analisar sobre o uso de técnicas militares ou da forma como eles trabalham impactaram os estudos com maior relevância. Nesse contexto, podemos observar que o primeiro artigo publicado foi em 1968, que fala sobre o treinamento dos agentes federais, sendo um experimento de melhoria de gestão e inovação.

A partir desse trabalho publicado diversos outros seguiram uma linha de pesquisa utilizando métodos militares ou experiências militares para aplicar uma gestão da inovação. Esse é o caso da Rosen, que utiliza as técnicas militares para propor uma inovação na metodologia de ensino na saúde. Os principais fronts de pesquisa estão relacionados às implicações da gestão da inovação traz tanto aos órgãos militares quanto nas diversas áreas da sociedade civil. Essas implicações são na área educacional, na área médica/saúde, na relação desempenho e performance das empresas. Em suma, o objetivo principal deste trabalho, que era apresentar uma revisão da literatura foi alcançado.

## REFERÊNCIAS

[1] Arbix, Glauco et al. Inovação: estratégias de sete países. 2010.

[2] Brasil. lei Nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências, Brasília, DF, dez 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm>. Acesso em: 22 abr. 2019.

[3] Brasil. Decreto Nº 6.703, de 18 de dezembro de 2008. Aprova a Estratégia Nacional de Defesa, e dá outras providências, Brasília, DF, dez 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6703.htm>. Acesso em: 22 abr. 2019.

[4] Brasil. lei Nº 13.243, de 11 de Janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação, Brasília, DF, jan 2016. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm>. Acesso em: 22 abr. 2019.

[5] Exército. Portaria Nº 075-EME, de 10 de junho DE 2010. Diretriz para implantação do processo de transformação do Exército Brasileiro. Disponível em: <www.sgex.eb.mil.br/sistemas/be/copiar.php?codarquivo=1597&act=bre>. Acesso em: 22 abr. 2019.

[6] Fan, JM. (2011). Risk Governance Path Analysis for Dual-use Core Technologies Integration Based on Open Innovation.

[7] Fan, JM. (2009). Research on Integration Platform of Dual-use Core Technologies Based on Open Innovation.

[8] Fan, JM. (2008). Pathway Analysis of Core Knowledge Achievements Sharing Based-on Theory of Knowledge Value.

[9] Fernanda Vilela Ferreira, Lígia Lopes Fernandes, Fernanda Castello Branco Madeu, Giselle de Farias Rosa, Leonardo Oliveira de Araújo, Leandro Marino Zumpichiatti, Bruno Costa Marinho, Elson Oximenes Alves. Criação da Agência de Inovação do Exército Brasileiro: Breve Histórico, Seus Processos e Perspectivas. Revista Militar de Ciência e Tecnologia, 2017.

[10] Freitas, José Eduardo de Figueiredo. O sistema de inovação no setor de defesa no Brasil: proposta de uma metodologia de análise prospectiva e seus possíveis cenários. 2013. xx, 314 f., il. Tese (Doutorado em Administração) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

[11] Gurtner, Andrea & Tschan, Franziska & Semmer, Norbert & Nägele, Christof. (2007). Getting Groups to Develop Good Strategies: Effects of Reflexivity Interventions on Team Process, Team Performance, and Shared Mental Models. Organizational Behavior and Human Decision Processes.

[12] Lopes, Eloisa de Moura. Management of the open innovation: model of access to the technological innovation. 2011. 237 f. Tese (Doutorado em Administração) - Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2012.

[13] Mariano, A. M., & Rocha, M. S. (2017). Revisão da Literatura: Apresentação de uma Abordagem Integradora. In AEDM International Conference–Economy, Business and Uncertainty: Ideas for a European and Mediterranean industrial policy. Reggio Calabria (Italia).

[14] R Rosen, Kathleen. (2008). The History of Medical Simulation. Journal of critical care.

[15] Teece, David. (1993). Profiting from Technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy.

# Capítulo 6

## *Análise do desenvolvimento da indústria 4.0 no Brasil em relação às principais potências industriais*

*Matheus Costa Alcântara*

Resumo: o desenvolvimento de novas tecnologias promoveu mudanças nos paradigmas da produção industrial e o surgimento da indústria 4.0. essa nova indústria é baseada na utilização de tecnologias de informação capazes de integrar os elementos da fábrica e otimizar os processos produtivos. este trabalho tem como objetivo, a partir de uma revisão de literatura, compreender o desenvolvimento da indústria 4.0 no brasil em relação às principais potências industriais. para realizar esta análise, é necessário entender quais as propostas brasileiras para a transformação digital de sua indústria e como as principais potências mundiais em manufatura lideram a quarta revolução industrial. a iniciativa brasileira "rumo à indústria 4.0" ainda está em estágio inicial e pode se inspirar em outras plataformas para realizar a transformação digital da indústria brasileira.

Palavras-Chave: indústria 4.0; indústria brasileira; quarta revolução industrial

## 1. INTRODUÇÃO

A partir da década de 2010, com o crescimento dos avanços em processos de manufatura e tecnologia, vários novos conceitos globais surgiram. O conceito "Indústria 4.0" se tornou um tópico cada vez mais importante (PEREIRA *et al*, 2017). O conceito apareceu em um artigo publicado pelo governo alemão em novembro de 2011 (ZHOU; LIU; ZHOU, 2015).

O termo Indústria 4.0 representa a quarta revolução industrial. Essa revolução incorpora avanços técnicos emergentes para melhorar a indústria e também lida com alguns desafios globais (WANG *et al*, 2015).

Nessa transformação, sensores, máquinas, peças e sistemas de tecnologia de informação estarão conectados ao longo da cadeia de valor além de uma única empresa. Os sistemas conectados são capazes de interagir um com o outro usando protocolos padrões de Internet e analisar dados para prever falhas, se configurarem e se adaptarem para mudanças (RÜβMANN *et al*, 2015).

Rüβmann *et al* (2015) afirmam ainda que as tecnologias que formam a base para a Indústria 4.0 já são utilizadas nas empresas. No entanto, com a Indústria 4.0 elas vão transformar a produção, otimizar o fluxo produtivo, aumentar eficiências e transformar as tradicionais relações de produção na cadeia de valor.

Segundo a Confederação Nacional das Indústrias (2018), os investimentos em tecnologias digitais estão concentrados em indústrias que possuem experiência com esse tipo de tecnologia. Somente 4% das empresas que pretendem investir em tecnologias da Indústria 4.0 ainda não utilizam nenhuma tecnologia digital.

No médio e longo prazo, a incorporação das novas tecnologias em uma estratégia para o desenvolvimento da indústria brasileira será essencial para a competitividade do País e para melhorar a sua participação nas cadeias globais de valor (CNI,2016).

A indústria brasileira ainda não utiliza as vantagens proporcionadas pelas novas tecnologias para digitalização das fábricas e análise da performance de produtos (DALENOGARE *et al*., 2018).

## 2. INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL

De acordo com Zancul (2016 apud Brito, 2017), no Brasil são poucos os setores competitivos em escala global, que garantem a produção customizada e produtos inovadores da revolução 4.0. É necessário um grande avanço do Brasil nestes dois sentidos.

Como apresenta o artigo Desafio para a Indústria 4.0 no Brasil (CNI, 2016), a competividade do Brasil no médio e longo prazo depende da incorporação de novas tecnologias. As grandes potências econômicas contam com o apoio de seus governos para que a Indústria 4.0 esteja no centro das estratégias de política industrial. Com a quarta revolução industrial sendo realidade em alguns países, o Brasil encara um desafio duplo de implementar e desenvolver tecnologias digitais com agilidade para evitar que aumente o distanciamento da competitividade para seus principais concorrentes.

A pesquisa Investimento em Indústria 4.0 (CNI, 2018) concluiu que existe uma concentração do investimento em tecnologias digitais por aquelas empresas que já possuem experiência em algum tipo de tecnologia semelhante. Tal comportamento sugere também o estágio inicial que a Indústria 4.0 se encontra no Brasil. O investimento em tecnologias que são realidade nas empresas indica que o processo de digitalização das indústrias ainda não foi finalizado.

Cardoso *et al.* (2017) ao analisar a realidade e contexto do Brasil, concluem que está claro que para atingir os padrões internacionais de produtividade e implementar os conceitos da Indústria 4.0 ainda tem muito para ser desenvolvido. Atualmente, a distância do que as empresas brasileiras aplicam e a filosofia da manufatura digital é muito grande.

Existe uma grande diferença entre o que o Brasil e os países desenvolvidos praticam assim como entre o que é ensinado em algumas universidades e o que a realidade mostra que realmente pode ser praticado. Uma das razões é a falta de investimento em profissionais e tecnologias de ponta. Contudo, para mudar tal realidade é necessário apoio do governo e políticas que favoreçam o desenvolvimento e as políticas atuais não se aproximam do modelo aplicado em nações desenvolvidas (CARDOSO *et al*., 2017).

Para Dalenogare *et al.* (2018) a análise de *big data*, serviços de nuvem para manufatura entre outras tecnologias promissoras para a digitalização das fábricas e para análise de performance dos produtos ainda não tem seu potencial aproveitado pela indústria Brasileira.

Por enquanto, *big data*, serviços em nuvem e manufatura aditiva são fortes tendências industriais em países desenvolvidos que devem ser consideradas para o futuro de países emergentes. No entanto, são necessários debates mais aprofundados em relação a abordagem das políticas industriais para promover a competitividade nacional desses países (DALENOGARE *et al*., 2018).

## 3. METODOLOGIA

O método de pesquisa para o desenvolvimento deste trabalho consiste em uma revisão de literatura. Segundo Brasileiro (2013) as pesquisas de revisão bibliográfica são aquelas que se dedicam à coleta de dados em publicações científicas, livros e anais de congresso, e não são apenas uma simples transcrição de ideias.

Para a realização deste trabalho foi realizada uma pesquisa na literatura de publicações sobre o tema Indústria 4.0. O foco da busca foram artigos científicos que tinham alguma abordagem do principal tema de estudo.

Para complementar a base de artigos da pesquisa com dados que demonstram como está o cenário mundial da Indústria 4.0 foram usados relatórios publicados pelas plataformas nacionais de desenvolvimento da indústria digital.

No contexto brasileiro, além da plataforma *online* da "Agenda Brasileira para a Indústria 4.0", foram escolhidos alguns relatórios de organizações relevantes para a Indústria brasileira como a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), Confederação Nacional da Indústria (CNI) e Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP). Essas instituições realizaram estudos que apresentam dados que colaboram na compreensão do desenvolvimento industrial no Brasil.

Para obter dados que tratam do desenvolvimento das indústrias de Alemanha e Estados Unidos da América, a fonte de pesquisa foram os relatórios publicados pelas iniciativas *Plattform Industrie 4.0* e *Manufacturing USA*. Essas plataformas disponibilizam pesquisas e relatórios anuais em que são apresentadas informações necessárias para o desenvolvimento da proposta apresentada.

Alguns outros relatórios de instituições internacionais, que abordam o tema sobre o panorama global de desenvolvimento da Indústria digital, também foram aproveitados por apresentarem conteúdo enriquecedor para a discussão.

As plataformas de Alemanha e EUA foram escolhidas para desenvolvimento do trabalho porque apresentam visões distintas de como serão as indústrias do futuro e abordam estratégias diferentes para liderar o setor mundialmente. Essas duas perspectivas podem contribuir para as estratégias brasileiras no desenvolvimento da Indústria 4.0.

## 4. O CENÁRIO MUNDIAL DA INDÚSTRIA 4.0

### 4.1 AS PLATAFORMAS DA INDÚSTRIA 4.0

Apesar do termo Indústria 4.0 ter surgido a partir de uma iniciativa do governo alemão (ZHOU; LIU; ZHOU, 2015), a Alemanha não é o único país que identificou a tendência em utilizar tecnologias disruptivas em processos de manufatura como estratégia para enfrentar os desafios futuros na indústria. Outros países também estão desenvolvendo estratégias para modernização da indústria com a criação e programas e iniciativas de pesquisa (KAGERMANN *et a*l., 2013).

#### 4.1.1 RUMO À INDÚSTRIA 4.0

O programa "Rumo à Indústria 4.0" é uma iniciativa criada pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) em conjunto com o ministério da Indústria, Comércio e Serviços (DALENOGARE *et al*., 2018).

Em junho de 2017, foi instituído o Grupo de Trabalho para a Indústria 4.0 (GTI 4.0) com o objetivo de elaborar uma proposta de agenda nacional para a quarta revolução industrial. O grupo tratou de temas prioritários como aumento de competitividade da indústria brasileira, um novo mercado de trabalho, massificação de uso de tecnologias digitais, dentre outros. (ABDI, 2019).

### 4.1.2 PLATTFORM INDUSTRIE 4.0

A plataforma *Industrie 4.0* tem um papel fundamental na política tecnológica alemã. Essa plataforma apresenta três características que chamam a atenção de vários governos e empresas, de áreas e setores diversos. A primeira é o foco temático, que busca o desenvolvimento de tecnologias de manufatura avançadas potencialmente disruptivas. O segundo ponto é que todo o processo busca fundamentalmente o médio e longo prazo. Por último, a plataforma alemã, que se destaca por sua coesão, conta com a participação de diferentes instituições da sociedade, em que participam representantes da iniciativa privada, academia, sindicatos de trabalhadores e outras instituições (ARBIX *et al*., 2017).

### 4.1.3 MANUFACTURING USA

Em 2012, o governo dos Estados Unidos lançou o programa *The National Network of Manufacturing Innovation* (NNMI), renomeado para *Manufacturing USA,* para desenvolver ambientes compartilhados e orientados para a resolução de problemas, conseguindo reunir empresas privadas, instituições públicas, universidades e institutos de pesquisa. A principal ideia do *Manufacturing USA* é um sistema inovador de transferência e de cogeração de tecnologias entre os principais centros de excelência produtores de conhecimento da iniciativa privada com o objetivo de minimizar a perda de ideias, projetos e empresas em estágio inicial (ARBIX *et al*., 2017).

## 4.2 O BRASIL E O CONTEXTO MUNDIAL DA INDÚSTRIA 4.0

O artigo "A Corrida Tecnológica rumo à Indústria 4.0" da Federação das Indústria do Estado de São Paulo (FIESP) publicado em outubro de 2017 mostra que existe espaço para o desenvolvimento do Brasil no cenário mundial porque os principais modelos da Indústria 4.0 devem vigorar no ano de 2025.

O relatório *Readiness for the Future of Production Report* (2018) classifica o Brasil na 41ª posição em termo de estrutura de produção e na 47ª colocação nos vetores de produção da Indústria. A estrutura de produção brasileira é relativamente baixa em complexidade.

Os países analisados neste estudo forma classificados em quatro quadrantes, conforme seu desempenho nos vetores de produção e em estrutura de produção. Assim, o Brasil ficou classificado como um país "Nascente". Este grupo de países apresentam uma base de produção atualmente limitada e podem estar em risco para o futuro.

A Agenda Brasileira para a Indústria 4.0 (2019) apresenta que levantamentos da ABDI estimam que a migração da indústria 4.0 pode gerar uma economia anual de, ao menos, R$ 73 bilhões. Essa redução de custos seria resultado das melhorias da Indústria 4.0 em eficiência, redução de custos de manutenção de máquinas e consumo de energia

Os países que lideram o movimento de transformação e inovação na indústria estão disputando mais que o posicionamento no *ranking* global. A disputa existe também pelo perfil e a configuração do novo paradigma tecnológico, composto por novos parâmetros, critérios e protocolos. Os próximos dez anos serão críticos para a definição dos padrões tecnológicos que devem dominar a segunda metade do século XXI devido a participação intensa de países como Alemanha, Estados Unidos, China, Japão, Coreia e França nesta competição. Assim, é extremamente importante que o Brasil se prepare para não ficar em segundo plano no processo de solidificação da nova indústria digital como ocorreu com o surgimento de outras tecnologias de informação e comunicação. Quanto mais demorar para reagir, maior será a distância das empresas mais dinâmicas e os obstáculos para reposicionar a Indústria brasileira serão cada vez maiores (ARBIX *et al*., 2017).

A Agenda Brasileira para a Indústria 4.0 (2019) mostra que o desempenho da indústria brasileira vem diminuindo nos últimos anos. Enquanto China, EUA e Alemanha lideraram o *ranking* do Índice Global de Competitividade de Manufatura no ano de 2016. O Brasil que chegou a ser o 5º lugar em 2010, ocupou somente 29ª colocação em 2016.

No índice global de inovação o Brasil também apresentou queda, sendo apenas o 69º lugar. Este índice avalia o crescimento da produtividade, investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), educação, exportações de produtos de alta tecnologia entre outros quesitos (Agenda Brasileira para a Indústria 4.0, 2019).

Segundo ARBIX *et al.* (2017) Alemanha, China e Estados Unidos apresentam semelhanças na sistematização do desenvolvimento da Indústria Digital que podem contribuir para que o Brasil defina uma direção para o desenvolvimento de sua estratégia de manufatura avançada.

Ainda que existam similaridades no processo de desenvolvimento Industrial, é necessário considerar as diferenças que tornam as diretrizes de políticas públicas destes países, marcando uma distinção entre duas grandes tendências dos principais líderes da evolução da manufatura global. Enquanto a Alemanha desenvolveu sua estratégia a partir da plataforma *Industrie 4.0*, baseada em processos produtivos, automação, robotização e novas máquinas e equipamentos. A estratégia alemã busca manter a liderança no desenvolvimento e fornecimento de tecnologias industriais (ARBIX *et al*., 2017).

Para Arbix *et al*. (2017) os Estados Unidos têm baseado sua estratégia de manufatura avançada em um conceito mais amplo do que será a Indústria do futuro, abrangendo também áreas como biotecnologia, materiais, química e energia. Ao tomar a posição de defender este conceito mais amplo os EUA abrem espaço para o as tecnologias mais avançadas de sua própria indústria, especialmente nas áreas de inteligência artificial, computação, tecnologias de informação, e comunicação, *big data, design, analytics*, biomanufatura e nanomanufatura.

As diferenças entre os programas de desenvolvimento da Indústria digital entre Alemanha e Estados Unidos vão além de somente uma divergência de perspectivas. Esta é uma disputa em relação à liderança da Indústria desses países na transformação para um novo padrão dos processos industriais. Essas duas visões de como será a Indústria do futuro contribuem para que o Brasil desenvolva as diretrizes de sua estratégia de desenvolvimento (ARBIX *et al*., 2017).

Para o desenvolvimento da manufatura avançada no Brasil, Arbix *et al*. (2017) indicam que a discussão deve ser articulada ao redor de três blocos principais: Rede *testbeds,* Integração Internacional e Governança.

Os *testbeds* são espaços compartilhados que oferecem equipamento e infraestrutura, onde ocorrem avaliações e aplicações de tecnologias em ambientes que simulam o comportamento de sistemas reais de produção. Esses ambientes oferecem ainda a possibilidade de realização de demonstrações entre parceiros, para disseminar técnicas e qualificação profissional. Como a indústria brasileira se apresenta no estágio inicial da manufatura digital, os *testbeds* são importantes porque potencializam as tecnologias em sua fase pré-competitiva e ainda contribuem para a formação de mão-de-obra qualificada e criação de sinergias necessárias para o desenvolvimento da indústria no Brasil. A utilização de rede de *testbeds* semelhantes às redes de Alemanha e Estados Unidos facilita a ampliação das competências das empresas e podem solidificar um programa de Indústria do futuro, como o "Rumo à Indústria 4.0" (ARBIX *et al*., 2017).

Por ser a quinta maior população do mundo, o Brasil possui grande oferta de recursos humanos, mas sua mão-de-obra atual apresenta atraso em capacidades fundamentais para sucesso no futuro (*Readiness for the Future of Production Report*, 2018).

Uma das medidas da Jornada da Indústria para o 4.0 da plataforma brasileira é a criação de vinte *testbeds* ou fábricas do futuro no período de 2018 a 2019 com investimentos públicos e privados. O objetivo de criar estes *testbeds* é oferecer para as empresas um ambiente em que possam testar, experimentar e prototipar processos de implantação das novas tecnologias digitais (Agenda Brasileira para a Indústria 4.0, 2019).

Para acelerar o processo de disseminação da manufatura avançada, segundo Arbix *et al* (2017) é necessário pesquisar e identificar as oportunidades, áreas e modelos de cooperação internacional. A formação de profissionais capacitados para operar e desenvolver as tecnologias presentes nas fábricas digitais é o principal desafio para a disseminação da inovação no Brasil. O ritmo dos avanços tecnológicos faz com que seja necessário um programa de internacionalização das empresas, como base para a cooperação, a formação de *joint ventures* e a aquisição de unidades em países avançados para superar a falta de *expertise* presente nas fábricas brasileiras. Essas ações em conjunto com a cooperação acadêmica podem abreviar o tempo de qualificação das empresas brasileiras.

Outras ações para atingir a conexão global são atrelar o tema Indústria 4.0 em todos os acordos bilaterais de Comércio entre Mercosul e outros países ou blocos, destacando União Europeia (UE), México e Canadá, e cooperar e desenvolver projetos bilaterais em Indústria 4.0 com diferentes países, como a plataforma *Industrie 4.0*. Essas alianças estratégicas seriam a última etapa do processo de transformação da indústria brasileira, segundo a Agenda brasileira para a Indústria 4.0 (2019).

O *Progress Report: Applying Industrie 4.0* (2018) da plataforma *Industrie 4.0* mostra que a cooperação com outros programas de desenvolvimento industrial é uma realidade. Segundo o relatório, a plataforma alemã acredita que alianças internacionais e intercontinentais sejam capazes de acelerar o processo de digitalização da Indústria.

Dentro da Europa, destaca-se a cooperação trilateral entre Alemanha, França e Itália, chamada de TRICOOP. Este acordo estabeleceu um plano de ação conjunto para três grupos de trabalhos com foco em padronização, apoio a pequenas e médias empresas e aspectos jurídicos. O relatório apresenta outras iniciativas envolvendo países como Japão, China e Estados Unidos além de ações com a União Europeia (*BMWi*, 2018).

As estratégias para reestruturar e remodelar a indústria brasileira demandam uma readequação nos sistemas de governança. Os sistemas tradicionais, compostos por planejadores públicos não será capaz de reunir as competências necessárias para possibilitar um avanço de qualidade e também não será flexível e autônomo o suficiente para que as empresas tenham representatividade, e essas são as que poderiam conduzir os processos de mudança. Para que resultados expressivos apareçam no curto prazo é imprescindível a criação de uma coordenação ampla, diversificada e representativa, que possa atrair empresas, grandes universidades e centros de pesquisa para que o programa nacional de manufatura avançada seja uma realidade (ARBIX *et al*., 2017).

A estrutura de trabalho da *Plattform Industrie 4.0* tem no topo o Ministério da Economia e de Energia da Alemanha (BMWi), o Ministério da Educação e Pesquisa em conjunto com representantes das indústrias, sindicatos e cientistas para direcionar discussões estratégicas sobre os principais tópicos da transformação digital. A plataforma agrupa mais de 350 *stakeholders* de 150 organizações (*Digital Transformation "Made in Germany"*, 2019).

Os dados apresentados pelo *Manufacturing USA Annual Report* (2018) mostram que os então 12 institutos do *Manufacturing USA* tinham 1.291 membros cadastrados enquanto outros dois novos institutos começaram a aceitar membros no primeiro quarto do ano fiscal de 2018. Destes membros, 65% são da indústria e outros 23% fazem parte da comunidade acadêmica.

O GTI 4.0, da iniciativa brasileira, conta com mais de 50 instituições entre governo, empresas e sociedade civil organizada por onde ocorreram debates sobre as diferentes perspectivas e ações para a Indústria 4.0 no Brasil (Agenda Brasileira para a Indústria 4.0, 2019).

## 5. COMPARAÇÃO ENTRE O CENÁRIO DA INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL, ALEMANHA E ESTADOS UNIDOS

A contextualização do cenário global da Indústria 4.0 teve como objetivo compreender como as iniciativas ao redor do mundo estão funcionando e buscar posicionar o Brasil dentro deste panorama. Então, a partir do estudo realizado, foi elaborado um quadro comparativo (Figura 1) para ilustrar o estágio de desenvolvimento da Indústria digital no Brasil perante à Alemanha e Esados Unidos.

A plataforma brasileira é mais recente, seguindo uma tendência mundial para o desenvolvimento da Indústria 4.0. O programa do Brasil surgiu poucos anos depois de *Plattform Industrie 4.0* e *Manufacturing USA* terem sido lançados. Apesar da iniciativa ter surgido depois, um dos pontos positivos é utilizar os principais planos da quarta revolução industrial como modelo.

Em seu sistema de governança, o Brasil se aproxima mais do modelo alemão, pois apresenta em seu comando o ministério responsável pela Indústria. No entanto, a *Plattform Industrie 4.0* também tem no comando o ministério da educação, e assim como a plataforma *Manufacturing USA*, membros da comunidade científica e acadêmica são partes fundamentais para colaborar com as agendas da digitalização industrial nestes países.

Os programas de Alemanha e Estados Unidos, baseados na cooperação intensa entre governo, empresas, universidades e institutos de pesquisa são distintos, pois nos EUA existe uma descentralização de comando enquanto as empresas alemãs atuam como fortes protagonistas (ARBIX *et al*., 2017)

A quantidade de instituições e pessoas que compõem as principais iniciativas para a I40 é uma diferença notável quando comparada à plataforma brasileira com as outras. Segundo a Agenda Brasileira para a Indústria 4.0, seu grupo de trabalho conta com mais de 50 instituições, mas não apresenta como este grupo influencia a sociedade de uma forma geral, nem como a comunidade científica e acadêmica brasileira está envolvida no processo da quarta revolução industrial.

Figura 1 - Quadro Comparativo entre o desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil, Alemanha e Estados Unidos

| | Brasil | Alemanha | Estados Unidos |
|---|---|---|---|
| Plataforma | Rumo à Indústria 4.0 | *Plattform Industrie 4.0* | *Manufacturing USA* |
| Ano de Criação | 2017 | 2013 | 2014 |
| Governança | Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e Ministério da Indústria, Comércio e Serviços (MDIC) | Ministério da Economia e Energia (BMWi), Ministério da Educação e Pesquisa (BMBF), representantes da Indústria, comunidade científica e sindicatos | *Advanced Manufacturing National Program Office* composto por agências federais, representantes da indústria e universidades |
| Membros | 50 instituições representativas entre governo, empresas e sociedade civil | 150 organizações com mais de 350 *stakeholders* (2019) | 14 instituições e 1.291 membros registrados (2018) |
| Visão | Não apresenta | Modelar os ecossistemas digitais globalmente a partir dos campos estratégicos: autonomia, interoperabilidade e sustentabilidade | Liderança global em manufatura avançada |
| Estratégias | Benefícios em produtividade, redução de custos, controle de processos produtivos, customização da produção | Desenvolvimento e fornecimento de tecnologias Industriais | Conceito amplo de Indústria do futuro desenvolvendo tecnologia de informação, biotecnologia, materiais química e energia |
| Investimentos | Público e privado | Público e privado | Público e privado |
| *Ranking* Vetores de Produção* | 47 | 6 | 1 |
| *Ranking* Estrutura de Produção* | 41 | 3 | 7 |
| *Ranking* Tecnologia e Inovação* | 45 | 8 | 1 |
| Posicionamento* | Nascente | Liderança | Liderança |

*Fonte: *Readiness for the Future of Production Report* (WEF, 2018)

Outro componente importante nos principais programas para a indústria digital é o apoio para pequenas e médias empresas. De acordo com o *Manufacturing USA Annual Report* (2018), dos representantes de empresas que estão cadastrados na plataforma 65% correspondem a empresas de pequeno porte. Na Alemanha, acredita-se que o programa *Industrie 4.0* será completamente bem-sucedido se as SMEs (*Small and Medium-sized Enterprises*) alcançarem a transformação digital (*Progress Report Platform Industrie 4.0*, 2018).

A Agenda Brasileira para a Indústria 4.0 apresenta as estratégias para a transformação digital, porém não mostra os objetivos no longo prazo. Para Alemanha e Estados Unidos, a visão definida é de atingir a liderança no setor industrial, cada um a sua maneira. A princípio, a plataforma brasileira busca aproveitar os benefícios decorrentes da digitalização do setor industrial para principalmente reduzir custos e tornar suas empresas mais competitivas.

Para desenvolver um plano estratégico eficiente o Brasil pode se inspirar nestas plataformas para encontrar o melhor caminho para sua iniciativa e investir em setores ainda pouco explorados pela revolução digital para transformar sua indústria e ser competitivo em escala global.

Algo que é comum aos programas é a colaboração entre público e privado. Este aspecto destaca a importância de unificar toda a sociedade no processo de transformação da indústria e que ações isoladas não serão eficazes para mudar o paradigma industrial de um país. As experiências de Alemanha e Estados Unidos, principalmente, servem como elemento norteador para outras nações.

No relatório *Readiness for the Future of Production Report* (2018) os resultados de Alemanha e Estados Unidos são bem mais expressivos que o do Brasil. A Alemanha aparece nas posições de número 3 e 6 nos *rankings* de estrutura de produção e vetores de produção, respectivamente. Já os EUA ocupam as 7ª e 1ª colocações nestes *rankings*. Os Estados Unidos também são líderes do vetor de produção Tecnologia e Inovação, enquanto o Brasil é somente o 45º país neste quesito entre os cem países avaliados.

Este desempenho coloca as duas potências industriais no quadrante de "Liderança", o que significa que estes países possuem uma base atual sólida e estão bem posicionados para o futuro. O Brasil, como país "Nascente", precisa evoluir para que o futuro de sua Indústria não esteja comprometido.

A plataforma brasileira é, ainda, incipiente. Portanto, não é possível analisar a efetividade das medidas propostas porque os resultados ainda não foram apresentados. Além dos modelos de Alemanha e Estados Unidos, o Brasil deve buscar outros casos de sucesso para agregar estratégias que possam ser adaptadas para sua realidade e alavancar a transformação digital de sua Indústria.

## 6.CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Indústria 4.0 está transformando os paradigmas de produção com a transformação digital das fábricas. Os avanços tecnológicos proporcionaram o surgimento de tecnologias disruptivas capazes de revolucionar as técnicas de manufatura e otimizar os processos produtivos.

A transição da indústria brasileira para a era digital é um processo em fase inicial. As fábricas ainda não conseguem aproveitar todos os benefícios que as tecnologias que compõem a Indústria 4.0 podem oferecer.

Para que o Brasil tenha um setor industrial competitivo no âmbito global é necessário o desenvolvimento de estratégias eficazes para a implementação da Indústria 4.0. O primeiro passo para as indústrias do futuro é a iniciativa "Rumo à Indústria 4.0".

A plataforma brasileira é recente e ainda não apresenta dados que mostrem os resultados produzidos pelas ações propostas. Além de se inspirar em modelos de sucesso, o Brasil precisa estar integrado com outros países para acelerar o processo de digitalização de sua indústria.

À medida que a Indústria 4.0 consolida-se no Brasil, estudos a respeito dos impactos gerados pelas propostas da agenda brasileira e como as indústrias estão competindo no cenário global serão desenvolvidos. Além disso, pode-se analisar também o crescimento de setores nos quais o Brasil pode liderar o processo de transformação digital.

## REFERÊNCIAS

[1] Arbix, Glauco et al. O Brasil e a nova onda de manufatura avançada: O que aprender com Alemanha, China e Estados Unidos. Novos Estudos Cebrap. Edição 109. Vol.36, n.3 p 29-49, novembro de 2017.

[2] Agenda Brasileira para a Indústria 4. Disponível em: <http://www.industria40.gov.br/> Acesso em: 22 de abril de 2019.

[3] Brasileiro, A. M. M. Manual de produção de textos acadêmicos e científicos. São Paulo: Atlas. 2013

[4] Brito, Alexandra Antonia Freitas de Brito. A Quarta Revolução Industrial e as Perspectivas para o Brasil. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Edição 07. Ano 02, Vol. 02. p 91-96, outubro de 2017. ISSN:2448-0959

[5] Cardoso, Wagner et al. Digital manufacturing, industry 4.0, cloud computing and thing internet: Brazilian contextualization and reality**.** Independent Journal of Management & Production**,** [s.l.], v. 8, n. 2, p.459-473, 1 jun. 2017. Independent Journal of Management and Production

[6] Confereração Nacional da Indústria. Desafios para Indústria 4.0 no Brasil. Brasília, 2016.

[7] Confereração Nacional da Indústria. Investimentos em Indústria 4.0. junho de 2018.

[8] Dalenogare, Lucas Santos et al. The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. International Journal of Production Economics**,** [s.l.], v. 204, p.383-394, out. 2018. Elsevier BV.

[9] Federal Ministry For Economic Affairs And Energy (BMWi) 2018 Progress Report: Applying Industrie 4.0. Forward Thinking. Practical. Connected. Abril de 2018

[10] Federal Ministry For Economic Affairs And Energy (BMWi) Digital Transformation: "Made in Germany". Fev. 2019

[11] Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. A corrida tecnológica rumo à Indústria 4.0. Outubro de 2017.

[12] Kagermann, H., Wahlster, W., Helbig, J., 2013. Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0. Final report of the Industrie 4.0 WG. 2013.

[13] National Institute OF Standards And Technology (NSTI) Manufacturing USA 2017 annual report: program report and summary of institute activities, Agosto de 2018

[14] Pereira, A.c.; Romero, F. A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. Procedia Manufacturing**,** [s.l.], v. 13, p.1206-1214, 2017. Elsevier BV.

[15] Rüßmann, M; Waldner, M; et al. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. Boston Consulting Group, 2015.

[16] Wang, Shiyong et al. Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook. International Journal of Distributed Sensor Networks**,** [s.l.], v. 12, n. 1, jan. 2016. SAGE Publications.

[17] World Economic Forum (Wef). Readiness for the Future of Production Report. 2018.

[18] Zhou, Keliang; LIU, Taigang; Zhou, Lifeng. Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. **2015** 12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (fskd)**, [s.l.],** p.2147-2152, ago. 2015. IEEE.

# Capítulo 7

## *Análise da Competitividade dos Clusters no Setor de Joias e Folheados sob a ótica do Modelo Diamante de Competitividade de Porter*

*José de Figueiredo Belém*
*José Eduardo de Carvalho Lima*
*Murilo Barros Alves*
*Frederico Romel Maia Tavares*
*Josiano Cesar de Sousa*

Resumo: Diante da crescente busca por vantagem competitiva as empresas têm adotado diferentes estratégias em suas atuações. Nesse sentido, este artigo tem como objetivo analisar estrategicamente o Cluster de joias folheadas do Cariri cearense utilizando o Modelo Diamante de Porter através dos seus condicionantes (Estratégia, Estrutura e Rivalidade das empresas; Condição de demanda; Indústria Correlata de apoio; Condição de fatores), bem como seu encadeamento na realidade dessas indústrias. Para o alcance dos objetivos realizou-se um estudo qualitativo, por meio de pesquisa bibliográfica, a fim de extrair os principais conceitos sobre o tema. Em seguida aplicou-se um questionário semiestruturado em empresas do ramo para verificação do que as mesas apresentam em termos de vantagens competitivas. Verificou-se que existem muitos pontos positivos em relação ao modelo utilizado, porém apresentam alguns pontos considerados negativos, devendo haver mais ações no sentido de não apenas minimizar os impactos gerados pelos aspectos considerados negativos, mas principalmente que sejam desenvolvidas com princípios da sustentabilidade econômica necessitando de ajustes e melhorias, para que essas indústrias se desenvolvam e consequentemente se expandam para outros mercados.

Palavras-Chave: Desenvolvimento, Inovação, Demanda.

## 1. INTRODUÇÃO

As transformações sociais e econômicas ocorridas nos últimos anos trouxeram mudanças significativas ao ambiente dos negócios, aumentando o dinamismo e a complexidade, marcado por um sólido elemento concorrencial. A intensa competitividade em várias partes do mundo e, em praticamente todas as indústrias, a disputa entre os concorrentes está se intensificando, bem como, está havendo uma considerável interferência na estabilidade dos mercados.

A formação de *clusters* industriais é um fenômeno estratégico que promove o desenvolvimento regional e a competitividade das empresas (KETELS, 2007). Os *clusters* são agrupamentos de empresas com características similares e instituições de apoio, possuindo em comum, a mesma localização geográfica (PORTER, 1998).

Pelo exposto e o desenvolvimento de estudos mostra ser necessário o avanço nos estudos do fenômeno *cluster* surgindo cinco principais perspectivas: Sociológica, Geográfica Econômica, Administrativa e Estratégica (ZACCARELLI, 2008). A perspectiva estratégica explora os efeitos das ações do agrupamento na busca por competitividade que na obtenção de resultados positivos é destacada por Ketels (2007) como justificativa para determinadas indústrias em se organizarem em agrupamentos e segundo PORTER (2000) um dos efeitos responsáveis pela geração da riqueza das nações.

O fato da importância econômica e o desenvolvimento regional despertou o interesse no estudo do setor de joias e folheados localizada na Região do Cariri cearense mais precisamente no Município de Juazeiro do Norte.

A presente pesquisa tem como objetivo principal analisar estrategicamente o *Cluster* de joias e folheados do Cariri cearense utilizando o Modelo Diamante de Porter. Para atingir esse objetivo é necessário, como objetivos específicos e secundários, o levantamento das variáveis do Modelo diamante de Porter a partir da coleta de dados e a interpretação dos resultados obtidos da coleta para a posterior análise.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. PANORAMA DA INDÚSTRIA DE JOIAS E FOLHEADOS

O parque industrial nacional da cadeia de joias é bem diversificado, com empresas localizadas em vários estados como: São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e Bahia. No entanto, novos polos industriais, como Paraná, Pará, Amazonas, Ceará e Goiás estão surgindo, bem como, mais de 10 Arranjos Produtivos Locais (APL) de Gemas e Joias no Brasil estão sendo acompanhados pelo SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial), FIRJAN (2016).

O Cariri cearense abriga uma importante concentração de empresas de joias e folheados onde, segundo Amato et al (2006) é responsável junto com São José do Rio Preto, Limeira (SP) e Guaporé (RS) por 60% da produção nacional. O mercado de joias e folheados de Juazeiro do Norte atualmente é considerado o 2º polo em distribuição, o 4º em produção de semijoias e acessórios folheados do Brasil e o principal do Nordeste, atendendo cerca de 80% dos estados, ficando atrás apenas de Limeira (SP). A cidade paulista abriga cerca de 450 empresas e representa 60% da produção de folheados no Brasil.

A indústria local conta com aproximadamente 40 fabricantes concorrendo diretamente com outro grande polo produtor em Itabaiana no estado de Sergipe. O que demonstra a importância no aprofundamento de estudos sobre o setor e a estratégia de *clusters* industriais (IBGM, 2015).

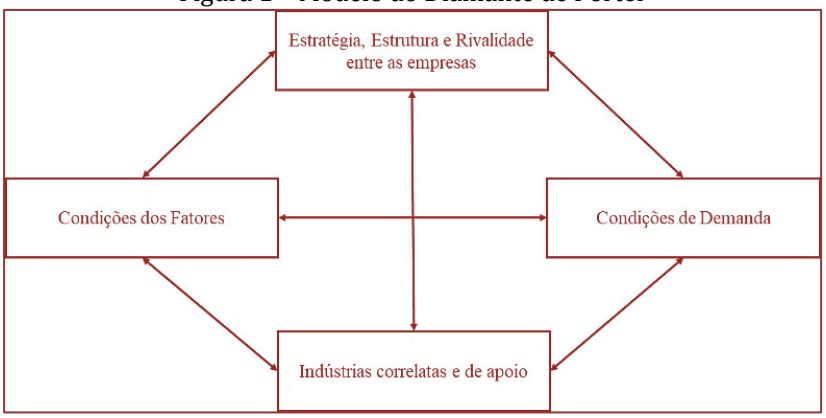
### 2.2. CONCEITUAÇÃO E IMPORTÂNCIA DOS *CLUSTERS*

Os *clusters* industriais permitem o aumento da competitividade e a concentração geográfica ao seu redor muitas vezes apresentam taxes importantes de desenvolvimento regional. Entretanto, a formação dos clusters não são suficientes para gerar benefícios diretos aos seus integrantes como os seguintes (HUMPHERY; SCHMITZ, 1998): Divisão do trabalho e da especialização entre produtores; Definição de especialidades; O surgimento de fornecedores de matéria prima e de máquina; Distribuidores e agentes que vendam para mercados distantes; O surgimento de empresas especialistas em serviços tecnológicos, financeiros e contábeis; O surgimento de uma classe de trabalhadores qualificados; O surgimento de associações de apoio s tarefas específicas para o conjunto de seus membros.

## 2.3. VANTAGENS COMPETITIVAS DO MODELO DE DIAMANTE DE PORTER

Segundo Van W. J. (2010) o modelo Diamante de Porter foi desenvolvido com o objetivo de oferecer solução para a compreensão da posição competitiva das empresas, esquematizado na forma de um diamante que liga fatores responsáveis pela geração de vantagens competitivas para uma indústria ou grupo dentro de um mesmo setor ou região e apresenta quatro pontos distintos que se relacionam, conforme mostra a figura 1.

Figura 1 – Modelo do Diamante de Porter




Fonte: Adaptado de Porter (1993)

### 2.3.1. CONDIÇÕES DE FATORES

De acordo com Porter (1993), as condições dos fatores de produção representam elementos essenciais tais como capital necessário, conhecimentos técnicos e científicos e mão-de-obra qualificada, que contribuem para o diferencial competitivo das empresas.

Entretanto, Ozgen (2011) afirma que para que haja uma efetiva vantagem competitiva gerada pela produção, os custos, a produtividade, especialização e qualidade dos fatores de produção constituem os elementos fundamentais para determinar o sucesso da competitividade.

Esses fatores de produção que alcançam altos níveis de especialização e qualidade, Luo Y, Wang Sl(2012), afirmam que fazem surgir as vantagens competitivas de extrema significância para as indústrias, porém, quando em larga escala, podem minimizar a competitividade, tendo em vista que as empresas que apresentam estes elementos em sua produção obtêm melhores resultados a partir da influência ou pressão que mantêm sobre a inovação e estratégia adotadas.

### 2.3.2. CONDIÇÕES DE DEMANDA

Os clientes exercem pressão sobre as empresas, por serem cada vez mais exigentes, antecipam a procura externa por produtos mais elaborados, conduzindo à melhora contínua das vantagens competitivas, com inovações em sua cadeia produtiva e refletindo diretamente no aumento da qualidade dos produtos. As empresas forçadas a se desenvolverem, segundo Ozgen, E. (2011) procuram alcançar maior diferenciação dos produtos e serviços ao sair do processo de imitação para a inovação contínua.

As condições de demanda estabelecem os caminhos e os sistemas de aprimoramento e inovação por aquelas empresas, condicionando as possibilidades de novos canais de venda.

### 2.3.3. INDÚSTRIAS CORRELATAS E DE SUPORTE

Economias externas mais significativas encontradas nas concentrações produtivas, segundo Ozgen, E. (2011) trata-se da presença de indústrias correlatas e de suporte, pois estas possibilitam o aumento do número de clientes que podem atender e isso oferece condições para a negociação de menores preços.

Com a possibilidade de obter fornecimento no próprio local do aglomerado, a necessidade de estoque diminui e há uma maior facilidade de comunicação e prestação de serviços auxiliares ou de suporte competitivo.

A proximidade com fornecedores e indústrias análogas, de acordo com Van W. J. (2010), minimiza os valores de transação e atrasos diversos decorrentes da longa distância entre as empresas. Essa proximidade torna mais eficientes os processos produtivos, diminui os custos com estratégias de marketing, reduz problemas de várias ordens, inova processos produtivos através da introdução de itens diferenciados e tecnologias.

### 2.3.4. ESTRUTURA E RIVALIDADE ENTRE AS EMPRESAS

Se no ambiente em que o cluster está inserido não houver uma forte concorrência entre as empresas, este aglomerado está predisposto à falência, pois a competição e a cooperação são fatores de vital importância, já que podem ambos coexistir devido às diferentes dimensões e agentes nos quais ocorrem.

As estratégias adotadas pelas empresas são de vital importância, pois dão condições para o desenvolvimento de qualificação e confiança dos clientes. Ao trabalhar com metas, como estratégia organizacional, a demanda e rapidez na execução de processos são beneficiados (OZGEN, E. 2011).

A competição traz uma melhora na qualidade dos produtos e serviços, reduz custos e permite a introdução de novos processos na estrutura de produção. Quanto mais concentrada, mais forte a competição e quanto mais forte, mais proporciona benefícios.

Portia Van W. J. (2010) concordam que a rivalidade traz benefícios não só por levar novos mercados ou tecnologias ao conhecimento das empresas, mas também por adotar uma postura mais agressiva diante de seus rivais, modificando assim a fundamentação da concorrência, através de um processo evolutivo que permite o êxito da competitividade na organização.

Para Luo Y, Wang Sl. (2012) existem três fatores determinantes na constituição da competitividade nas empresas, sendo eles:

a) Fatores internos – referem-se às decisões tomadas dentro das firmas, que conferem dinâmica e eficiência ao âmbito administrativo, transformando esses aspectos em diferenciais competitivos;

b) Fatores estruturais – São os fatores sobre os quais a empresa tem influência limitada e relacionam-se com a organização setorial das empresas;

c) Fatores sistêmicos – São os aspectos externos às firmas, que interferem no ambiente empresarial, podendo ter natureza social, político-institucional e macroeconômico.

Partindo deste modelo "diamante", pode-se perceber que há um ciclo para a obtenção de vantagens competitivas onde todos os requisitos são mutuamente beneficiados, os seja, o benefício angariado em um determinante faz surgir ou aprimorar vantagens em outros, gerando externalidades positivas.

## 3. METODOLOGIA

Do ponto de vista metodológico, a pesquisa apresenta natureza descritiva e exploratória. Quanto ao método, este estudo tem caráter qualitativo com a abordagem de um estudo de caso múltiplo nas indústrias de joias folheadas da Região Metropolitana do Cariri Cearense (cidade de Juazeiro do Norte) onde irá investigar as incertezas e as possibilidades da necessidade de uma melhor tomada de decisão (EISENHARDT, 1989).

No contexto da pesquisa o estudo de caso se torna um aliado eficiente para apoiar o desenvolvimento das competências ao colocar o pesquisador no papel de protagonista em uma situação real e complexa (GIL, 2012).

A pesquisa de campo foi realizada mediante a aplicação de um questionário semiestruturado, dividido em blocos que identificam a empresa, o perfil do entrevistado sendo que o último bloco abordou as determinantes da vantagem competitiva descrita no modelo desenvolvido a partir da teoria do Diamante de Porter.

Os dados utilizados neste estudo foram coletados no período de maio e junho de 2018 e analisados à luz do método proposto pelo diamante de Porter (1989).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o alcance dos resultados da pesquisa foram preparados questionários de natureza qualitativa com o objetivo de mapear as estratégias adotadas pelas empresas associadas a teoria levantada por Porter (1980) em seus estudos. Para isso, foram selecionadas oito empresas enquadradas na classificação do SEBRAE (2017) em conformidade com o porte da organização empresarial, pelo número de funcionários, como ilustra o Quadro 1.

Quadro 1. Classificação das empresas SEBRAE

| Porte da empresa | Número de Funcionários |
|---|---|
| Micro | Até 19 |
| Pequena | De 20 à 99 |
| Média | De 100 à 499 |
| Grande | Acima de 500 |

Fonte: SEBRAE (2017)

Em seguida, foram selecionadas por acessibilidade as empresas participantes da pesquisa, sendo 5 fabricantes, 2 fornecedores e 1 comerciante. As aplicações dos questionários foram realizadas *in loco* e posteriormente transcritos e tabulados a fim de garantir a autenticidade dos dados coletados. Após a tabulação dos dados obtidos observou-se que 50% das empresas pesquisadas são classificadas conforme SEBRAE (2017), em microempresas e os outros 50% são empresas de pequeno porte. Quanto a existência no mercado 75% das empresas possuem acima de 5 anos.

Os respondentes da pesquisa foram gestores e proprietários da empresa, tendo em vista a importância das informações a serem levantadas sobre a organização empresarial e seus processos gerenciais de obtenção de resultados. Vale ressaltar que entre os entrevistados dois eram proprietários da empresa, os demais ocupavam cargos gerenciais, sendo estes, gerentes de setores, exibindo assim as oportunidades existentes na região para alocação de colaboradores com bom nível de qualificação. Observou-se também que mais de 60% dos respondentes tem nível superior e 62,5% destes possuem menos de 10 anos de experiência profissional, demonstrando que existe uma abertura maior das empresas para contratação de profissionais novos.

As condicionantes de competitividade de acordo com Modelo Diamante e c*luster*. Ao analisar este c*luster*, buscando fatores de competitividade, pôde ser identificado*:*

- A disponibilidade e o custo de mão de obra qualificada - como a região também é conhecida por ter um polo educacional desenvolvido, a mão de obra local conta com o conhecimento técnico e com habilidade necessária para contribuir com uma produção eficiente e com o desenvolvimento de produtos.
- A inovação de processos produtivos e de produtos a partir da necessidade de explorar novos mercados – a proximidade com instituições de ensino e centros de pesquisa contribuem para este desenvolvimento.
- O grau de importância que os clientes atribuem a inovação tecnológica e a qualidade dos produtos.
- A existência de um bom nível de competitividade entre as empresas do setor na região.
- O acompanhamento e a evolução das necessidades dos seus clientes e do mercado, faz com que empresas do setor invistam em inovação e no aumento do nível tecnológico.
- O bom nível de parceria entre os principais fornecedores da empresa no cumprimento dos prazos de entrega e nas negociações financeiras entre os mesmos.
- A demanda por produtos nos principais mercados nos últimos 3 (três) foi estacionária e ou crescente – considerando o momento de crise vivenciado pela nossa economia.
- A adoção de estratégias genéricas como nichos de mercado e diferenciação de custo acabam contribuído para o atendimento da demanda do mercado interno.

Já os aspectos desfavoráveis e os obstáculos para o desenvolvimento do *cluster* de foram assim identificados:

- A necessidade de melhorar a gestão dos empreendimentos na busca por novos mercados – considerando que existem empresas do setor em atividade com mais de 20 anos de mercado. A distribuição e venda dos produtos ainda não chegou a grande parte das regiões do país.
- A dificuldade em manter relações comerciais que facilitem a cooperação local – devido à falta de relações colaborativas entre o setor público, privado, sindicato e empresas, e a inexistência de programas de apoio.
- A distância dos principais fornecedores de matéria prima e equipamentos – confere uma desvantagem significativa dado o potencial de expansão da atividade do setor.
- Necessidade de melhorar a disponibilidade de serviços técnicos especializados – como é uma atividade antiga e de expansão na região, requer conhecimento técnico especializado para uma eficiente condução na criação, produção e inovação dos produtos.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entende-se que o cluster aumenta a competitividade de uma indústria regional (Ketels, 2007) e dado que as indústrias de joias folheadas representam um poderoso instrumento para o desenvolvimento (Di Giulio, 2007) foram pertinentes as discussões envolvidas na presente investigação, através da aplicação do Modelo do Diamante de Competitividade de Porter.

Observando-se as análises empíricas resultantes da aplicação dos questionários, durante a pesquisa de campo destacaram-se as variáveis mais relevantes em cada uma das empresas, o que possibilitou a estruturação das características ou o contexto competitivo do ambiente de negócio no cluster do cariri cearense.

As evidências teóricas e empíricas, sustentadas pela aplicação do modelo utilizado, predispõem à interpretação de que as interações dentro de um cluster são principalmente informais, apresentando coerência a todos os atores a favor do cluster que significa cooperação, mas mantendo a sua liberdade de escolha em todas as oportunidades de negócio (PORTER, 1993).

Neste contexto, a qualidade do ambiente de negócio resulta de um processo sistemático que abrange ações estratégicas direcionadas às condições dos fatores, as condições da demanda, indústrias relacionadas e de suporte e ainda as estratégias, estrutura e rivalidade empresarial, de modo a fomentar o processo de inovação e consequentemente incrementar a competitividade no cluster.

Outra consideração, não menos importante, refere-se à preocupação com a sustentabilidade das empresas, devendo haver mais ações no sentido, de não apenas minimizar os impactos negativos gerados pelos aspectos considerados negativos, mas principalmente que as empresas sejam desenvolvidas com princípios da sustentabilidade econômica.

Uma vez, que os resultados empíricos demonstraram que os clientes têm razoável interferência na oferta dos produtos, os agentes do cluster devem estar atentos às influências da procura externa, principalmente de outras regiões do pais e até mesmo internacional.

A indústria de joias folheadas constitui, sem dúvida, uma grande oportunidade de desenvolvimento para a Região Metropolitana do Cariri, em particular para a cidade de Juazeiro do Norte, por se tratar de cidade polo.

O desenvolvimento de uma região depende do seu ambiente de negócio e da qualidade dos seus insumos, portanto uma possibilidade de pesquisa futura reside em caracterizar a qualidade da oferta dos produtos. Uma vez que a atividade relacionada a fabricação e venda de joias não está imune aos efeitos negativos, sugere-se que seja feito um estudo que vise identificar os impactos negativos no cluster, como uma forma de garantir não somente a sustentabilidade econômica, mas também a sustentabilidade ambiental, cultural e social da região.



## REFERÊNCIAS

[1] Amato Neto, J.; Brunstein, L.; Souza, R. C.; Shinoda, C. A. Riscos e oportunidades no processo de consolidação do cluster de folheados de Limeira: um estudo exploratório. In: SIMPÓSIO de Engenharia de Produção (SIMPEP), 13., 2006, Bauru. Anais... Bauru: FEB-UNESP/ EESC-USP/ UNIFEI, 2006.

[2] Di Giulio, Gabriela. Polo de joias e bijuterias cresce com informalidade e pouca inovação. Inovação Uniemp, v. 3, n. 2, p. 42-45, 2007.

[3] Eisenhardt, K.M; Building Theories from Case Study Research, The Academy of Management Review, Vol. 14, No. 4, p. 532-550, 1989.

[4] Firjan. Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. Relatório Mapeando a Industria Criativa no Brasil. Disponível em: http://www.firjan.com.br/economiacriativa/download/mapeamento-industria-criativa-sistema-firjan-2016.pdf. Acesso em 24 fevereiro 2018

[5] Gil, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 6ª Ed. São Paulo. Atlas. 2012

[6] Humphrey, J.; Schmitz, H. How does insertion in global value chains affect upgrading in industrial clusters? Regional Studies, v. 36, n. 9, p. 1017-1027, Dec 2002. ISSN 0034-3404.

[7] Ibgm. Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos. Relatório O Setor em grandes números 2015. Disponível em http://ibgm.com.br/publicacao/o-setor-em-grandes-numeros-2015/

[8] Ketels, C.; The role of Clusters in the Chemical Industry, Report, 2007. (Prepared for the Annual Conference of the European Petrochemical Association (Epca).

[9] Luo Y, Wang SL. Foreign direct investment strategies by developing country multinationals: a diagnostic model for home country effects.Global Strategy Journal 2(3): 244–261. 2012.

[10] Ozgen, E. Porter's diamond model and opportunity recognition: A cognitive perspective. Academy of Entrepreneurship JournalVolume 17, Issue 2, 2011, Pages 61-76,

[11] Porter M. Competitive Advantage of Nations. Free Press: New York.1993.

[12] Porter, M.E. Clustersand competition: new agendas for companies, governments, and institutions.In: On Competition.In: Harvard Business School Press, Boston. 1998.p.54

[13] Porter, M.E. Competitive strategy: techniques for analyzing industries and competitors: with a new introduction Michael E. Porter, The free press, New York, 1998.

[14] Porter, M.E. Location, Competition, and Economic Development: Local Clusters in a Global Economy, Economic Development Quarterly, v.14, n.1, 2000.

[15] Sebrae – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – Anuário 2017. https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/anu%C3%A1rio%20do%20trabalho%202015.pdf, Acesso em 27.06.2018.

[16] Van WYK, Jay. Double diamonds, real diamonds: Botswana's national competitiveness. Academy of Marketing Studies Journal, v. 14, n. 2, p. 55, 2010.

[17] YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

[18] Zaccarelli, Sergio Baptista et al. Clusters e redes de negócios: uma nova visão para a gestão dos negócios. São Paulo: Atlas, 2008.

# Capítulo 8

## *Aumento de disponibilidade de máquina onduladeira com manutenção preditiva através de sensores inteligentes, computação em nuvem e conceitos da indústria 4.0*

*Gilmar Antonio Adada Junior*
*Marcelo Vasconcelos Carvalho*

Resumo: O setor de produção de embalagens de papelão ondulado tem sido cada vez mais exigido quanto ao desempenho de seus produtos e processos devido o avanço cada vez maior das tecnologias na gestão do processo de seus clientes, que exigem maior assertividade dos prazos de entrega e cada vez mais processos de fabricação com indicadores de alta confiabilidade nas fábricas, principalmente no que se refere a disponibilidade dos ativos. Com o objetivo de aumentar a disponibilidade de uma máquina, o experimento neste trabalho propõe utilizar ferramentas e conceitos da indústria 4.0 para monitorar em tempo real a vibração e temperatura de um componente da máquina onduladeira, disponibilizando os dados em nuvem através de sensores inteligentes conectados à internet, possibilitando um monitoramento e análise em tempo real com *dashboard* web e também com dispositivos mobile(*smartphone e tablet*) possibilitando que a manutenção possa atuar de forma preditiva, aumentando indicadores de desempenho e a confiabilidade do equipamento.

Palavras chave: Indústria 4.0, Dados em Nuvem, Sensores Inteligentes, Manutenção, Disponibilidade, Máquina Onduladeira, Papelão Ondulado

## 1. INTRODUÇÃO

O setor de produção de embalagens de papelão ondulado tem sido cada vez mais exigido quanto ao desempenho de seus produtos e processos devido o avanço cada vez maior das tecnologias na gestão de processo em seus clientes, que exigem maior assertividade quanto aos prazos de entrega e cada vez mais processos de fabricação com indicadores de maior confiabilidade, principalmente quanto a disponibilidade dos ativos.

Uma das formas de aumentar a confiabilidade e disponibilidade de ativos é a utilização de técnicas e tecnologias de manutenção preditiva.

Com o advento das tecnologias da indústria 4.0 como sensores inteligentes, internet das coisas, computação e armazenamento em nuvem dentre outros conceitos, e possível unir estas tecnologias a favor da melhoria dos indicadores de desempenho de uma indústria de papelão ondulado.

Este trabalho experimental foi realizado em uma empresa de embalagem de papelão ondulado de grande porte com uma unidade situada na região do planalto sul paranaense e aborda a implementação de um sistema experimental de manutenção preditiva com a utilização de sensores inteligentes, interligados por conexão sem fio a uma nuvem de armazenamento e processamento de dados, sendo exibidos em dispositivos tanto fixo quanto móveis interligados a internet, possibilitando o monitoramento e análise *online* com *dashboard web* e também com dispositivos *mobile (smartphone e tablet)* possibilitando que a manutenção possa atuar de forma preditiva, aumentando indicadores de desempenho e a confiabilidade do equipamento.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 PAPELÃO ONDULADO

A embalagem tornou-se ferramenta crucial para atender à sociedade em suas necessidades de alimentação, saúde, conveniência, disponibilizando produtos com segurança e informação para o bem-estar das pessoas, possibilitando a acessibilidade a produtos frágeis, perecíveis, de alto ou baixo valor agregado. (SILVA, 2013)

Segundo ABPO (2013) a história do papelão ondulado já passa de um século. Teve sua invenção sob a demanda crescente de embalar e proteger produtos. Desde a sua invenção, o papel sofreu mudanças consideráveis, mas o princípio de fabricação permanece o mesmo, mudando a tecnologia e os processos produtivos (SILVA, 2013).

A produção de embalagem de papelão ondulado tem mostrado enorme crescimento, acompanhando a revolução industrial e atendendo à demanda de embalagens de transporte, fazendo com que a produção de papelão siga a atividade econômica lado a lado (SILVA, 2013).

### 2.1.2 MÁQUINA ONDULADEIRA

Historicamente, a primeira onduladeira conhecida foi projetada por Jefferson T. Ferres, da empresa Sefton Manufacturing Co., em 1895 (PRESSANTE, 2004). Este equipamento é primordial dentro de uma fábrica de embalagem de papelão ondulado, porque é a máquina que produz o principal produto dessa indústria, as chapas de papelão ondulado, as quais posteriormente passarão nas máquinas conversoras, agregando ao material a impressão, cortes e colagem. A chapa de papelão é formada por um ou mais elementos ondulados (miolo), onde são fixados a um ou mais elementos planos (capas), por meio de uma cola adesiva aplicado no topo das ondas (ROBERT, 2007).

A máquina é dividida em seis sublocais: Cabeçotes corrugadores, unidade de colagem, forradeira, vincadeira, facão e empilhadores. As divisões são feitas a partir da função de cada seção para formação do produto.

Figura 1 – Visão panorâmica - exemplo de uma máquina onduladeira (BHS, 2019)

## 2.2 INDÚSTRIA 4.0

O termo "Indústria 4.0" nomeada assim para representar a quarta revolução industrial, essa que diferente das três primeiras revoluções, não se baseia apenas em uma tecnologia, mas sim na junção e conexão de várias ferramentas tecnológicas para gerar resultados muito mais abrangentes e reais, do que aqueles gerados por tecnologias anteriores e isoladas. Pois esta revolução também tem como impulsionador a era do compartilhamento, conectando máquinas e equipamentos.

Quando dizemos que a internet está na indústria, no meio produtivo, devemos pensar num ambiente onde todos os equipamentos e máquinas estão conectadas em redes e disponibilizando informações de forma única, esse conceito é chamado de Internet das Coisas (*IoT – Internet of Things)* (LEE et al., 2015). Conceito este que é um dos principais pilares desta quarta revolução industrial.

### 2.2.1 INTERNET DAS COISAS E COMPUTAÇÃO EM NUVEM

Do inglês *Internet of Things (IoT)*, a Internet das Coisas refere-se à integração de objetos físicos e virtuais em redes conectadas à Internet, permitindo que os objetos coletem, troquem e armazenem dados que serão processados e analisados, gerando informações e serviços em grande escala. São muitas as possibilidades de objetos conectados: automóveis, smartphones, eletrodomésticos, artigos de vestuário, fechaduras, entre outros aparelhos. (ALMEIDA, 2015)

Como grande aliado dos usuários de dispositivos com internet das coisas, são as nuvens de armazenamento e processamento de dados, permitindo assim que os dados estejam seguros e possam ser acessados e processados de qualquer local com acesso à internet.

O *National Institute of Standards and Technology* (NIST) define computação em nuvem como um modelo que permite que um conjunto de recursos computacionais possam ser fornecidos sob demanda de forma a permitir que os mesmos sejam fornecidos e liberados rapidamente com o mínimo de esforço de gestão ou interação do fornecedor (MELL, GRANCE, 2009). VAQUERO et al 2008, define computação em nuvem como um grande conjunto de recursos virtualizados (hardware, plataformas de desenvolvimento e/ou serviços) facilmente usáveis e acessíveis.

## 2.3 MANUTENÇÃO PREDITIVA

Conforme NBR 5462, Manutenção Preditiva é a atuação realizada com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. A manutenção preditiva é baseada na tentativa de definir o estado futuro de um equipamento ou sistema, por meio dos dados coletados ao longo do tempo por uma instrumentação específica, verificando e analisando a tendência de variáveis do equipamento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994)

Com o advento de novos equipamentos para análises preditivas, o conceito de manutenção preditiva tem sido cada dia mais utilizada devido ao seu potencial de aumento da confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos, com um custo menor do que quando utilizada a técnica de manutenção preventiva.

### 2.3.1 DISPONIBILIDADE

A disponibilidade é o indicador mais importante para a gestão de manutenção. As perdas em todo o processo produtivo devido a falhas em equipamentos são enormes, e o objetivo da manutenção deve ser propiciar a máxima continuidade operacional através de uma grande disponibilidade. (VERRI, 1995) O indicador da disponibilidade é definido como a probabilidade de um determinado equipamento estar disponível para operar quando necessário. (MARTINS, 2012) Dessa forma o tempo indisponível retrata o tempo total que a perda por manutenção impediu que houvesse produção em determinado período programado. Para calcular a Disponibilidade, divide-se MTBF pela soma dos tempos MTBF e MTTR, revelando o total de tempo que o equipamento esteve indisponível devido à uma ação da manutenção. Ou seja, do total trabalhado, o quanto que a manutenção afetou a disponibilidade do equipamento e por consequência a produção. A Equação na figura 1 mostra o cálculo a ser feito.
Onde:

MTBF = Tempo Médio Entre Falhas

MTTR = Tempo Médio Para Reparos

Figura 2 – Equação para cálculo de disponibilidade de ativos

$$\% \text{ Disponibilidade} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$$

### 2.3.2 ANÁLISE VIBRAÇÃO

Os equipamentos giratórios geram ruídos e vibrações, que podem ser originadas por defeitos mecânicos ou excitações secundárias. Esses fenômenos vibratórios são compostos de frequências, onde através da análise desses sinais é possível determinar valores individuas de amplitude e de possíveis defasagens entre elas. O método tipicamente usado para análise em frequência é o do físico e matemático Jean Baptiste Fourier (1768 - 1830) (ALMEIDA, 1990). Sendo essa a principal técnica para análise de equipamentos rotativos de forma preditiva.

## 3. MÉTODO

O experimento neste trabalho propôs monitorar de forma *online* a vibração e temperatura de um componente da máquina onduladeira, disponibilizando os dados em nuvem através de sensores inteligentes, possibilitando um monitoramento online com dashboard a vista e também com dispositivos *mobile* para que a manutenção possa intervir de forma preditiva, com maior confiabilidade, realizando intervenções mais assertivas com menores custos e impactos na linha de produção.

Foi utilizada uma sequência para esta aplicação iniciando pela escolha do equipamento, escolha dos recursos tecnológicos, instalações e definições de limites e o monitoramento online.

### 3.1 ESCOLHA NO EQUIPAMENTO

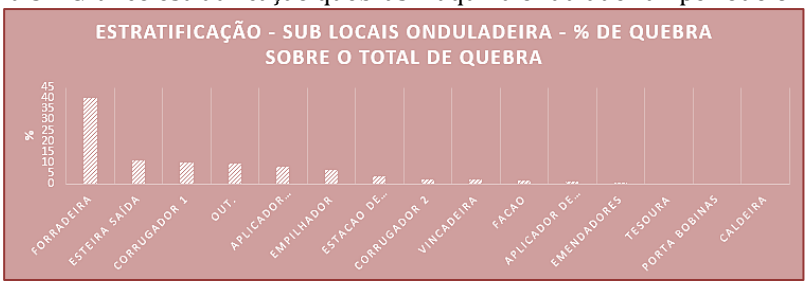
A escolha do equipamento para a aplicação do projeto piloto foi determinada com base em indicadores relacionados a disponibilidade do equipamento como também nos indicadores gerais da fábrica. O principal foi o indicador de disponibilidade de manutenção (%).

Foram levadas em consideração a classificação ABC, histórico de quebras, custos diretos e indiretos envolvidos e impacto sobre os processos seguintes para garantia de atendimento a sequência de produção da fábrica e principalmente ao atendimento ao cliente para escolha da máquina.

Com as características classificadas, a máquina que tem principal influência nestes indicadores dentro de uma fábrica de papelão ondulado é a máquina onduladeira.

Com a máquina escolhida, aplicou-se uma estratificação do indicador percentual de quebras para identificar o sub local com maior impacto na disponibilidade da máquina.

Figura 3 – Gráfico estratificação quebras máquina onduladeira - período 6 meses




(Fonte: Empresa)

O equipamento escolhido para instalação dos sensores de monitoramento foi a caixa redutora de engrenagens da seção forradeira da máquina onduladeira de chapas de papelão ondulado, pois este sub local apresentou maior percentual de quebra no período analisado que foi de seis meses.

## 3.2 DETERMINAÇÃO DOS RECURSOS TECNOLÓGICOS

Os equipamentos foram escolhidos com busca pela correlação das características, conforme lista abaixo:

- Custo;
- Grandezas/dados coletados;
- Tempo de vida útil(bateria);
- Conectividade e acesso;
- Tecnologia /acesso ao fabricante;
- Armazenamento/interação com nuvem/empresa e segurança dos dados.

### 3.2.1 SENSOR DATA LOGGER

Foram escolhidos e instalados sensores inteligentes de vibração (acelerômetros) e temperatura da marca Dynamox modelo DynaPredict com conexão *bluetooth* instalados nas posições axial, vertical e horizontal na caixa redutora de engrenagem para monitoração do estado dos rolamentos e engrenagens. No total foram usados 4 sensores Dynamox.

Figura 4 – Sensor DynaPredict

Tabela 1 – Características e descrição do sensor Dynapredict

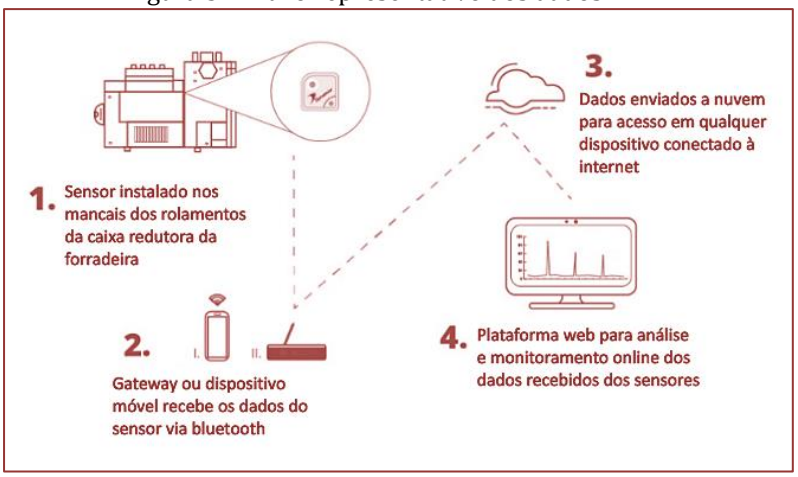
| Características | Descrição |
|---|---|
| Vibração | Acelerômetro 3 eixos ± 16g<br>Análise espectral: radial, axial, horizontal: 5Hz - 1kHz |
| Material | Encapsulamento: *LEXAN* TM - IP 66 – Certificado *ATEX* Zona 0 |
| Comunicação | Sem fio \| 200 – 2483,5 MHz – Bluetooth (BLE 4.2) |
| Temperatura | -10°C a +84°C (erro: ± 0,5°C) Resolução 0,01°C |
| Dimensão | 33mm x 33mm x 35mm |
| Memória | Amostras de 1 a 60 minutos |
| Bateria/Energia | Bateria de lítio 3.0V (aprox. 3 anos) |
| Medições | Aceleração em 3 eixo: radial, axial e horizontal (R, A, H) |

Fonte: https://dynamox.net/solucoes/dynapredict/

### 3.2.2 CONECTIVIDADE E ARMAZENAMENTO EM NUVEM

Os sensores foram interligados a nuvem através de conexão *bluetooth* com aparelhos *mobile* com aplicativo instalado de forma manual ou pelo *gateway* de comunicação interligado a internet e também com conexão 3G.

Figura 5 – Fluxo representativo dos dados




### 3.3 INSTALAÇÃO, CÁLCULOS E DEFINIÇÃO DE ALARMES

A instalação foi realizada conforme instruções do fabricante do sensor nos mancais dos rolamentos da caixa de redução da máquina onduladeira conforme figura a seguir.

Figura 6 – Sensor dynapredict instalado nos mancais dos rolamentos

Os alarmes foram definidos com base nas informações dos fornecedores com base no modelo dos rolamentos e no cálculo do fator de frequência de engrenamento para as engrenagens do conjunto do redutor.

Figura 7 – Engrenagens monitoradas

Rolamentos monitorados para esta aplicação foram os modelos auto compensador de rolos, tipo cilíndrico, gaiola de aço da marca SKF, modelo 22216 E/C3.

## 3.4 MONITORAMENTO EM TEMPO REAL

Uma das características da indústria 4.0 é a possibilidade de acompanhamento de um sistema ou processo em tempo real.

### 3.4.1 PLATAFORMA *WEB*

Para efetuar o monitoramento *online* e de fácil acesso, foi utilizada a plataforma *web online* Dynamox para análise dos dados e também uma gestão visual com o sistema DMA da plataforma, conforme figuras abaixo, que pode ser acessada de qualquer dispositivo ligado a internet.

O sistema disponibiliza análise de velocidade RMS, pico, pico a pico, temperatura e análise espectral.

Figura 8 – Exemplo de tela de monitoramento web online - Velocidade RMS 3 eixos

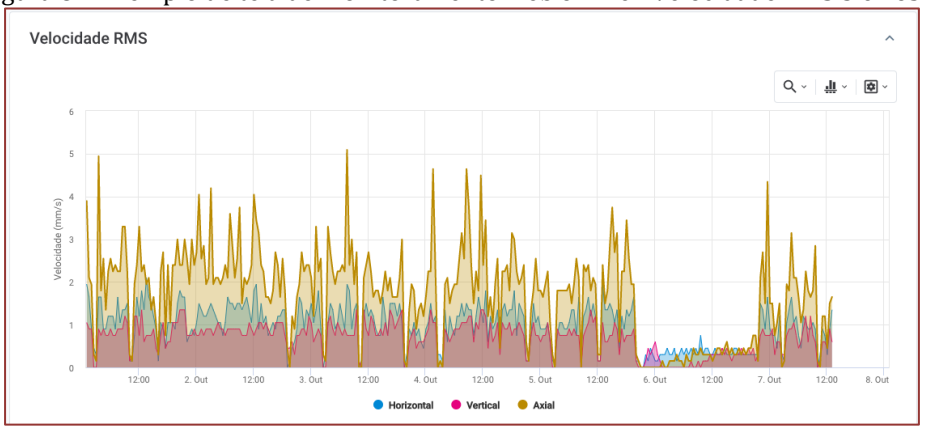


Figura 9 – Exemplo de tela de análise web online - análise espectral

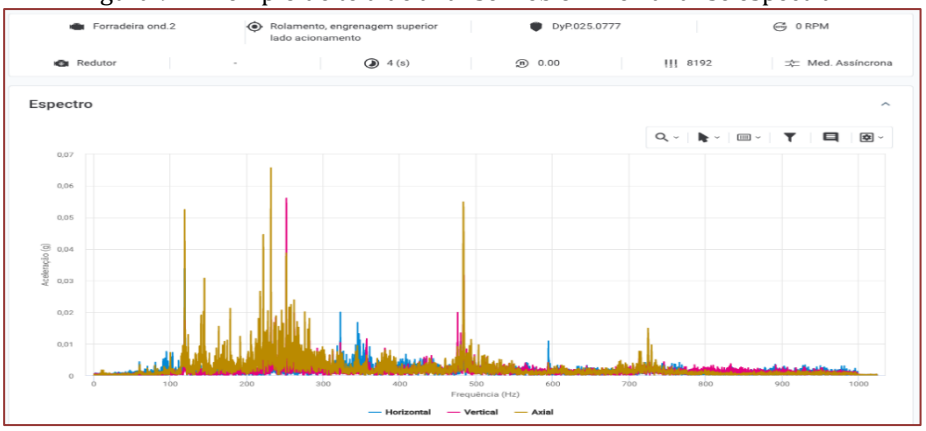



Figura 10– Exemplo de tela de monitoramento web online – Temperatura

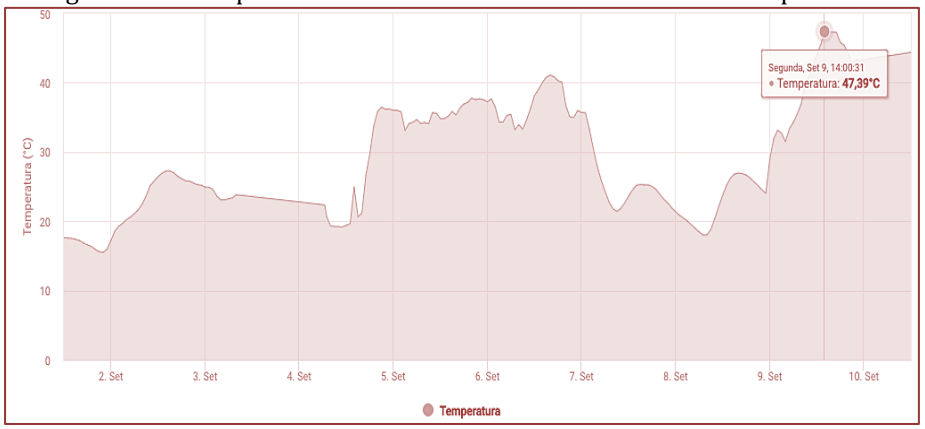



Figura 11 – Exemplo de tela de monitoramento online - DMA

| Status | Máquina | Spot | Tendência | Vel. média | Temp. média | Acel. média | Espec. X BF | Espec. X AF | Espec. Y BF | Espec. Y AF | Espec. Z BF | Espec. Z AF | Capacidade BAT | Capacidade ESC | ÚLT. SINC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| – | Forradeira ond.2 | Rolamento, engren... | | 0,98 | 32,08 | – | X | X | X | X | X | X | | | há 11 horas |
| – | Forradeira ond.2 | Rolamento, engren... | | 1,10 | 34,22 | – | X | X | X | X | X | X | | | há 11 horas |
| – | Forradeira ond.2 | Rolamento lado op... | | 0,96 | 33,94 | – | X | X | X | X | X | X | | | há 11 horas |
| – | Forradeira ond.2 | Rolamento lado op... | | 0,90 | 31,06 | – | X | X | X | X | X | X | | | há 11 horas |

O sistema também pode ser acessado e monitorado por dispositivo móvel, através do aplicativo do fabricante.

### 3.4.2 PLATAFORMA MOBILE

A utilização da plataforma *mobile* sendo possível acesso com qualquer celular *smatphone* ou *tablet* trouxe uma interação maior e mais rápida ao time de manutenção, pois possibilitou realizar análises pontuais em campo quando necessário, evitando um gasto de tempo da ida até o escritório acessar um computador.

Figura 12– Exemplo de telas de monitoramento mobile (Dynamox, 2019)

## 4. RESULTADOS

Anteriormente estas análises de vibração e temperatura eram realizadas com dispositivo móvel manual, realizada por um técnico especialista em um período determinado a cada três meses. Estes dados coletados em campo eram descarregados em um computador com acesso apenas local, e o tempo para receber um resultado decorria de muitas horas e até dias dependendo da quantidade de equipamentos analisados. Sendo assim não era possível analisar eventos que ocorriam neste intervalo de tempo entre uma coleta e outra e que poderiam contribuir para análises de falhas e a construção de contra medidas.

Com a implementação deste sistema de monitoramento em tempo real sem fio da vibração e temperatura de um conjunto mecânico componente de um sub local da máquina onduladeira foi possível identificar de forma mais rápida e assertiva possíveis tendências de falhas e relacionar com eventos externos para uma melhor tomada de decisão da equipe de manutenção.

O monitoramento em tempo real auxilia com as informações de alarmes e curvas de tendência, evitando redução de disponibilidade por quebras inesperadas e a necessidade de manutenção corretiva não planejada.

O sistema *mobile* traz uma rápida conexão em campo ao mantenedor para, assim tomar decisões de forma mais rápida e assertiva.

Durante três meses de monitoramento foi possível identificar o aumento da vibração repentina em um dos rolamentos, o que possibilitou a equipe de manutenção planejar a parada para substituição do rolamento de forma programada, garantido assim, maior disponibilidade do equipamento durante o tempo programado para produção.

Os indicadores que apresentaram aumento com maior confiabilidade dos equipamentos monitorados em tempo real de forma preditiva.

– (%) Disponibilidade;

– (t) MTBF;

– (%) Confiabilidade.

Indicadores que apresentaram redução com maior confiabilidade dos equipamentos monitorados.

– (R$) Custos de manutenção;

– (t) MTTR.

Outros indicadores afetados positivamente e o OTIF (*On Time In Full*) representando a melhor assertividade quanto a entrega dos produtos na data especificada pelo cliente.

## 5. CONCLUSÃO

Podemos concluir que quando comparada aos sistemas tradicionais de análise de vibração e temperatura, aquele com coleta de dados realizada de forma manual, com técnicos se deslocando pela fábrica e muitas vezes em locais perigosos, podemos perceber inúmeras vantagens com a utilização de sistemas com sensores inteligentes *IoT*, interligados a nuvem. Com a possibilidade de acesso aos dados qualquer momento para manutenção preditiva de um equipamento, aumentam as possibilidades de tomada de decisão da equipe de manutenção dentro de um parque industrial, principalmente no que tange ao aumento da disponibilidade de ativos.

Somado ao uso dos sensores em campo, o uso de *dashboard* para auxílio ao monitoramento e tomada de decisão é fundamental para o aumento do desempenho de uma planta industrial, mais ainda com o uso de dispositivos *mobile,* que aumenta a conexão do mantenedor em campo com a máquina monitorada.

A expansão deste projeto pode gerar outros ganhos de aumento de disponibilidade com a implementação em outros locais deste mesmo equipamento como também em outros pontos dentro de uma planta industrial de produção de papelão ondulado como também em todo tipo de processo que envolva máquinas rotativas.

Portanto, a principal razão para a adoção do sistema estudado é o econômico, pois melhora resultados como indicadores de: disponibilidade, MTBF, MTTR, confiabilidade, custos de manutenção e pontualidade de suas entregas, estes que impactam diretamente no resultado financeiro de uma empresa.

## REFERÊNCIAS

[1] Almeida M. T. Vibrações mecânicas para engenheiros, São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 1990.

[2] Almeida, H. Apresentação - Internet das Coisas: Tudo Conectado. Computação Brasil - Revista da Sociedade Brasileira de Computação. Disponível em: < http://www.sbc.org.br/images/flippingbook/computacaobrasil/computa_29_pdf/ comp_brasil_2015_4.pdf> Acesso em: 06 de ago. 2019

[3] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5462: Confiabilidade e mantenabilidade. Rio de Janeiro, 1994.

[4] Bhs, Visão panorâmica - exemplo de uma máquina onduladeira disponível em <http://www.bhs-asiapacific.com/?en-p-d-61.html> Acesso em: 7 de set. 2019.

[5] Dynamox. Características e descrição do sensor Dynapredict . Disponível em: <https://dynamox.net/solucoes/dynapredict/> Acesso em: 09 set 2019.

[6] Lee, J., Bagheri, B., & KAO, H. A. A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. Manufacturing letters, Cincinati, v.3, p.18-23, 2015

[7] Martins, A. P. R. A Influência da Manutenção Industrial no Índice Global de Eficiência (OEE). Lisboa, 26 p., 2012. Dissertação (Mestrado) — Universidade Nova de Lisboa.

[8] Mell, P.; Grance, T. The NIST Definition of Cloud Computing. disponível em <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf> Acesso em: 10 de set. 2019

[9] Pressante, A. J. O ecodesign como instrumento de educação ambiental em instituições de ensino fundamental. Porto Alegre, 2004. 152 p. 2004 Dissertação (Mestrado) - Ufrgs

[10] Robert, N. T. F. Dossiê técnico processo de embalagem de papel, Rede de Tecnologia e Inovação do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

[11] Silva, R. F. I. Avaliação do processo de fabricação de uma unidade indutrial convertedora de embalagens. Curitiba, 12 p., 2013. Trabalho conclusão de curso – Universidade Federal do Paraná.

[12] Vaquero, L. M. et al. A break in the clouds: towards a cloud definition. Revista Acm Sigcomm Computer Communication, New York, v.39, n.1, p.50–55, 2008.

[13] Verri, L. A. Gerenciamento pela Qualidade Total na Manutenção Industrial Aplicação e Prática. Campinas, p 52, 1995 Dissertação (Mestrado) - Unicamp

# Capítulo 9

## *Implantação da eficiência global dos equipamentos (OEE) em uma fábrica de pequeno porte do setor metalúrgico*

*Rafael Ovejaneda Moretti*
*Ethel Cristina Chiari da Silva*

Resumo: O foco deste trabalho é o indicador de desempenho denominado Eficiência Global de Equipamentos ou Overall Equipment Effectiveness (OEE) que é uma ferramenta idealizada a partir do modelo da Manutenção Produtiva Total. O OEE que tem como objetivo medir o nível de eficiência da máquina considerando três índices: disponibilidade, performance e qualidade. O objetivo deste trabalho é apresentar a implantação do OEE em um torno de refilar utilizado na fabricação de corpos de panelas de alumínio a fim de reduzir desperdícios. Para tanto, foi realizada um pesquisa bibliográfica que forneceu suporte para o desenvolvimento de uma pesquisa-ação em uma empresa de pequeno porte do setor metalúrgico localizada no interior do estado de São Paulo. Nesse processo foi importante o conhecimento das condições de produção do maquinário envolvido e a mobilização do chão-de-fábrica. Essa implantação conseguiu bons resultados e notou-se que o maior diferencial na obtenção destes foi a motivação dos funcionários. Observa-se também a necessidade agir tanto para melhoria quanto para manutenção dos resultados obtidos com a aplicação do OEE.

Palavras-chave: Eficiência Global Dos Equipamentos; Manutenção Produtiva Total; Pesquisa-Ação.

## 1. INTRODUÇÃO

A Eficiência Global de Equipamento ou OEE (*Overall Equipment Effectiveness)* é um indicador de desempenho que deve ser aplicado em máquinas a fim de avaliar o real rendimento de produção e alcançar eficiência no processo produtivo.

Segundo Corrêa e Corrêa (2007), o OEE procura levar em conta todos os impactos gerados na operação como consequência da indisponibilidade de seus recursos físicos. As medições de desempenho são frequentemente usadas para a melhoria da competitividade e de lucratividade dos sistemas de manufatura (NAKAGIMA, 1989).

A aplicabilidade de um estudo de OEE se mostra eficiênte no âmbito da avaliação de máquinas, é uma ferramenta idealizada a partir da filosofia TPM (*Total Productive Maintenance*) conhecida com Manutenção Produtiva Total. Segundo Ljungberg (1998 apud BUSSO e MIYAKE, 2013) o advento da filosofia TPM trouxe a noção de que é necessário desenvolver uma visão mais holística do sistema de manufatura e que para isso é fundamental estabelecer uma forma mais abrangente de medir o aproveitamento da capacidade produtiva.

O índice OEE é considerado por Hansen (2006) como um dos indicadores mais importantes na medição do desempenho. O autor ainda afirma que este índice mostra a grandeza da "fábrica oculta" e é facilmente calculado, ele mede a capacidade produtiva dentro do tempo de programação e exclui os tempos não programados. Nakajima (1989) diz que a maior parte dos custos de produção estão relacionados às perdas durante o processo produtivo e que, o uso do OEE ajuda a revelar quais são esses custos ocultos.

Chiaradia (2004) cita que identificar as perdas do processo produtivo é a principal característica para o cálculo do OEE, e conclui que limitações das empresas para identificar perdas geram dificuldade para a máxima utilização dos equipamentos.

O ambiente desse estudo se trata de uma empresa de pequeno porte do ramo metalúrgico que fabrica panelas de alumínio e está localizada no interior do estado de São Paulo com uma planta industrial de 5.800 $m^2$ e possui uma média de 80 funcionários.

A empresa necessita medir e acompanhar a utilização de seus equipamentos então a aplicação do OEE se apresenta como uma excelente oportunidade para essa finalidade.

O objetivo deste trabalho é apresentar a implantação do OEE em um torno de refilar utilizado na fabricação de corpos de panelas de alumínio a fim de reduzir desperdícios de perdas no processo.

Para atingir o objetivo proposto foi realizada uma pesquisa bibliografica que forneceu suporte para o desenviolvimento de uma pesquisa-ação.

O trabalho está dividido em 5 seções, mais as referências. A seção 1 – Introdução – apresenta o trabalho, desta forma aborda o contexto, justificativa, objetivo, o método adotado e expõe a apresentação do texto. A seção 2 – Manutenção Produtiva Total e Eficiência Global dos Equipamentos – é responsável por expor o suporte teorico do trabalho. Na seção 3 apresenta-se o método da pesquisa, sua classificação e as etapas executadas. Na seção 4 – Pesquisa-ação na empresa - apresenta o trabalho de intervenção desenvolvido na empresa do estudo. Por fim, a seção 5 apresenta as conclusões considerações finais do trabalho.

## 2. MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL E EFICIÊNCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS

O esforço de indústrias japonesas em aprimorar o modelo de manutenção de equipamentos após décadas pôde consolidar-se em uma metodologia chamada TPM que, segundo Nakajima (1989), é um método que tem como objetivo melhorar a eficácia e a longevidade das máquinas. O TPM trata-se de um modelo de gestão industrial que a partir do desenvolvimento dele surgiu também o modelo de OEE.

## 2.1. CONCEITOS DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)

Várias definições podem ser encontradas na literatura, para a política de Manutenção Produtiva Total, como por exemplo, a que segue descrevendo a TPM como:

> Esforço elevado na implementação de uma cultura corporativa que busca a melhoria da eficiência dos sistemas produtivos, por meio da prevenção de todos os tipos de perdas, atingindo assim o zero acidente, zero defeito e zero falhas durante todo o ciclo de vida dos equipamentos, cobrindo todos os departamentos da empresa incluindo Produção, Desenvolvimento, Marketing e Administração, requerendo o completo envolvimento desde a alta administração até a frente de operação com as atividades de pequenos grupos. (JIMP, 2002, apud MORAES, 2004, p. 33)

Com base nesse conceito e no processo histórico da TPM sua evolução desconstruiu a filosofia de produção Taylorista que pregava divisão de funções entre funcionário e rápida qualificação deles com tarefas distintas e simples, fazendo assim com que cada um tivesse uma função exclusiva, o que não compactua com a filosofia de trabalho da TPM em que o envolvimento de todo o nível organizacional é requerido, incluído a capacitação do funcionário sobre todo o contexto de trabalho em que está inserido.

## 2.3. PILARES DA TPM

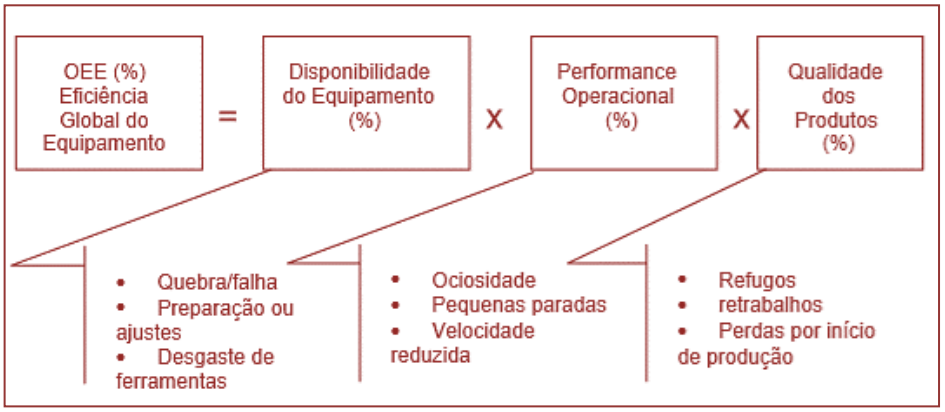
Embora cada empresa, em função de sua cultura, tenha suas peculiaridades para a implementação da TPM, existem alguns princípios que são básicos e denominados os pilares de sustentação da TPM, conforme Nakajima, 1989, JIPM, 2002 e Palmeira, 2002 apud MORAES, 2004, p. 40:

- Pilar da melhoria focada ou específica: utiliza-se do conceito de manutenção corretiva de melhorias para atuar nas perdas crônicas relacionadas aos equipamentos;
- Pilar da manutenção autônoma: baseia-se no treinamento teórico e prático recebidos pelos operários e no espírito de trabalho em equipe para a melhoria contínua das rotinas de produção e manutenção;
- Manutenção planejada: refere-se as rotinas de manutenção preventiva baseadas no tempo ou na condição do equipamento, visando a melhoria contínua da disponibilidade e confiabilidade além da redução dos custos de manutenção;
- Treinamento e educação: refere-se à aplicação de treinamentos técnicos e comportamentais para a liderança, a flexibilidade e a autonomia das equipes;
- Gestão antecipada: baseia-se nos conceitos de prevenção da manutenção em que todo o histórico de equipamentos anteriores ou similares é utilizado desde o projeto a fim de que se construa equipamentos com índices mais adequados de confiabilidade e manutenabilidade;
- Manutenção da qualidade: refere-se a interação da confiabilidade dos equipamentos com a qualidade dos produtos e capacidade de atendimento a demanda;
- Segurança, saúde e meio ambiente: esse pilar é dependente da atuação dos demais e tem o enfoque na melhoria contínua das condições de trabalho e na redução dos riscos de segurança e ambientais;
- Melhoria dos processos administrativos: também conhecido como TPM de escritório, utiliza-se dos conceitos de organização e eliminação de desperdícios nas rotinas administrativas, que de alguma maneira acabam interferindo na eficiência dos equipamentos produtivos e processos.

## 2.4. EFICIÊNCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS (OEE)

O princípio do OEE de medir o nível de eficiência da máquina, conforme a figura 1, é composto por 3 índices: Disponibilidade, Performance e Qualidade. Cada índice revela possíveis motivos para perdas no processo. A figura 1 exibe as perdas referentes a cada índice proposto pelo OEE.

Figura 1 – Índices e perdas do OEE. Fonte: adaptado de JIPM, 2002, Nakajima, 1989 apud MORAES 2004, p. 45.




Utilizando o método proposto por Nakajima (1989) o cálculo do OEE é feito da seguinte forma:

a) Cálculo do índice de Disponibilidade:

Tempo de Carga (TC) = Tempo teórico disponível (horas) – paradas programadas (horas) (1)

Tempo real disponível (TRD) = Tempo de carga (horas) – Paradas não programadas (horas) (2)

Disponibilidade (%) = (TRD/TC) *100 (3)

b) Cálculo do índice de Performance:

Performance (%) = [(Peças produzidas/Tempo padrão) *Tempo real disponível] *100 (4)

c) Cálculo do índice de qualidade:

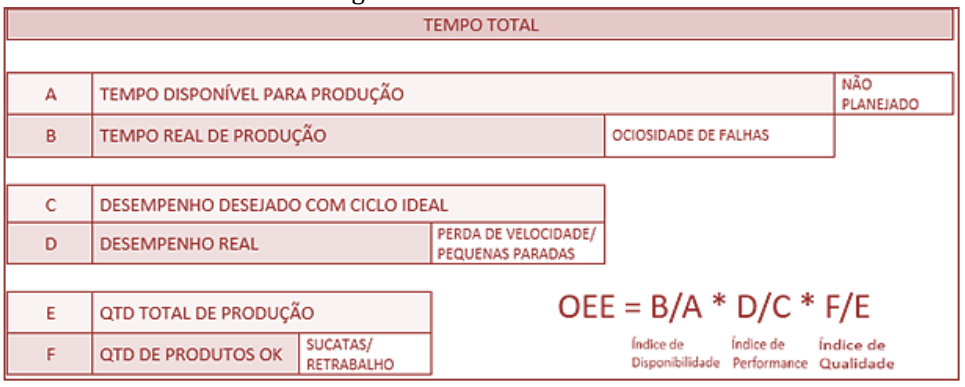
Qualidade (%) = [(Peças produzidas – Peças refugadas – Peças retrabalhadas)/Peças produzidas] *100 (5)

d) Por fim, cálculo do OEE

OEE (%) = Disponibilidade * Performance * Qualidade (6)

De acordo com a sequência de cálculos que foi proposta por Nakajima (1989), uma representação do mesmo pode ser feita da seguinte forma como ilustrado na figura 2.

Figura 2 – Perdas do sistema




Fonte: adaptado de Santos e Santos (2007).



Segundo Hansen (2006), uma classificação global que pode ser seguida para o cálculo do OEE é a seguinte:

- Menor que 65% - inaceitável e o processo deverá sofrer ações o mais rápido possível;
- Entre 65% e 75% - o processo é considerado bom;

- Entre 75% e 85% - o processo é considerado muito bom, demonstrando potencial para agir em nível mundial;
- Acima de 85% - o processo é considerado equivalente a empresa de classe mundial.

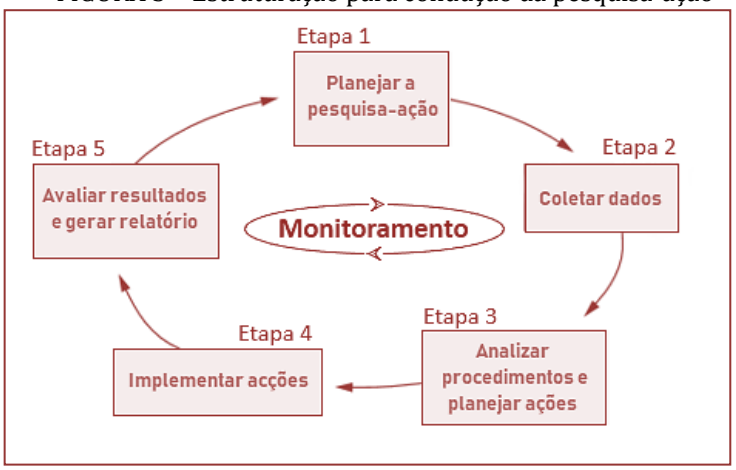
## 3. MÉTODO DA PESQUISA

O presente trabalho adotou uma narrativa descritiva no relato das medidas tomadas com apoio bibliográfico e procedimento de pesquisa-ação.

O trabalho se propõe a compreender principalmente os motivos das eventuais falhas das máquinas na empresa, as associações que podem ser feitas devido a tais falhas e as ações para minimizá-las.

Para tal, o trabalho discorre em uma estrutura de condução de pesquisa-ação baseada em Mello et al. (2012) que representa um ciclo de operações o qual viabiliza uma leitura panoramica das etapas dos procedimento adotados para agir no melhoramento da performance nos processos de produção. Assim, o procedimento adotado está apresentado na figura 3.

FIGURA 3 – Estruturação para condução da pesquisa-ação




Fonte: Adaptado de Mello et al. (2012)

O quadro 1 mostra como cada etapa foi elaborada para a conclusão da pesquisa-ação na empresa.

Quadro 1 – Elaboração das etapas para a aplicação do trabalho. Fonte: Elaboração própria.

| Etapas | Processo | Detalhamento |
|---|---|---|
| 1 | Planejamento | Determinar problemas vigentes; |
| | | Diagnosticar situação; |
| | | Mapear a literatura; |
| | | Determinar Método. |
| 2 | Coleta de dados | Alimentar e analisar o banco de dados da empresa |
| 3 | Analise e planejamento | Analisar a produção |
| | | Comparar dados empiricos com a teoria |
| | | Elaborar plano de ação. |
| 4 | Implementação | Implementar plano de ação. |
| 5 | Resultados | Avaliar resultados. |

## 4. A PESQUISA-AÇÃO NA EMPRESA DO ESTUDO

### 4.1. AMBIENTE DE PESQUISA

A empresa desse estudo é composta por três prédios, a fábrica está prédio 1, o refeitório está no prédio 2 e por fim o terceiro prédio contém o auditório, a recepção, sala de reuniões da diretoria, a sala de atendimento e administração.

A fábrica contém 5 linhas de produção, que são (1) as linhas de pintura, (2) a linha de tampas e as linhas de corpos que são divididas e denominadas como (3) cônicas, (4) pressão e (5) corpos regulares. A máquina que será analisada neste trabalho está contida na linha de corpos regulares, linha essa que é encarregada de mais de 50% dos produtos oferecidos pela empresa, sendo assim de grande importâcia e bem oportuno para a aplicação do OEE.

## 4.2. PLANEJAMENTO

O planejamento se iniciou após a identificação do baixo rendimento da máquina já citada anteriormente e no intuito de compreender o contexto de tal problema decidiu-se avalia-la aplicando os critérios do OEE e os conceitos abordados na TPM.

O torno de refilar, presente no maquinário da linha de produção de corpo das panelas passou por algumas modificações na ala de ferramentaria por apresentar problemas mecânicos anteriormente ao início deste trabalho, o que culminou na decisão de escolhê-lo por parte da diretoria da empresa para a aplicação do OEE.

## 4.3. COLETA DE DADOS

A etapa 2 consistiu em prosseguir com as fontes de dados já existentes no sistema da empresa. A empresa conta com um banco de dados do sistema Sectra e um Controle Estatístico de Processos (CEP) elaborado nas planilhas do excel. No Sectra é obtido o controle e operações cotidianas que cataloga as ordens de produção e o código de cada produto. Utilizando uma planilha excel os estagiários diariamente transferem os dados contidos nas folhas de verificação para o CEP.

Cada máquina contém folhas de verificação que são abastecidas pelos estagiários diariamente e são preenchidas pelos operadores. Cada operador é encarregado de uma máquina podendo haver troca de posto entre eles devido a alguma alteração na prioridade da ordem de produção.

A folha de verificação contém:

- Código de paradas: indica qual o tipo de parada (motivo) e seus horários de início e fim;
- Registro de produção: indica qual a atividade que a máquina está executando, identificada pelo número de ordem e o código do produto, contendo também a quantidade de peças definidas e as quantidades de perdas por processo.

O Quadro 2 contém os códigos de paradas com suas respectivas ocorrências em que os operadores devem sinalizar nas folhas de verificação.

Quadro 2 – Código de Paradas ultilizado pela empresa do estudo. Fonte: A empresa do estudo.

| Paradas | |
|---|---|
| Código | Ocorrências |
| 1 | *Setup*/ajustes/movimentação de materiais |
| 2 | Aguardando sequencia |
| 3 | Quebra de máquina |
| 4 | Limpeza/organização |
| 5 | Treinamento |
| 6 | Acidente |
| 7 | Parada individual |

## 4.4. ANALISE DE PROCEDIMENTOS E PLANEJAMENTO DAS AÇÕES

Após conversar com os operadores da máquina e analisar o processo produtivo de perto, foram verificados alguns motivos relacionados às perdas:

- Falta de operador na máquina;
- Necessidade de abastecimento da linha/posto devido à produção parcelada, em que se paralisa a produção de uma ordem para iniciar outra de maior urgência.
- Falta de padrão na velocidade da esteira, sendo que o ritmo é ditado pelos operadores;

- Dificuldade de manter a produção sem interrupções devido a *setups* longos por causa de manutenção e troca de ferramentas que não são planejadas;
- A empresa não opera com planejamento preventivo de manutenção;
- Necessidades de ajustes na máquina devido à inconstância nos parâmetros das peças, ferramentas com baixa precisão ou pela alta temperatura da máquina.

Algumas observações que puderam ser feitas após a implementação do OEE:

- As folhas de verificação são preenchidas manualmente, portanto, é necessário o desdobramento dos estagiários para passarem os dados para a planilha do sistema e por isso os resultados só serão avaliados no final do dia ou no dia seguinte, não simultaneamente ao processo podendo comprometer a rapidez de novas estratégias.
- Os departamentos trabalhavam de forma individual e com pouco uso dos índices de desempenho;
- Os operadores não utilizavam os resultados como gráficos e os índices gerados.

Levando em consideração os aspectos citados e os baixos índices de produção que podem ser vistos no gráfico 1 (mais adiante), as ações foram voltadas prioritariamente à performance operacional na tentativa de evitar ociosidades e queda de velocidade na produção.

## 4.5. IMPLEMENTAÇÃO

Quanto ao processo de implementação, foi determinado que o ritmo da produção deveria ser melhor conduzido, portanto, o monitoramento do processo produtivo voltou-se para diminuir a perda de velocidade produtiva e para isso contava com a organização da liberação das ordens de produção, com os setores de recebimento e distribuição de material, todos cientes que a diretoria buscava melhorias.

A coleta de dados se manteve com as folhas de verificação, o que também tomava certo tempo da produção.

Os operadores semanalmente obtiveram acesso aos resultados obtidos com relação aos índices da produção.

Em relação às perdas de disponibilidade, que são ocasionadas por quebras, tempo de ajustes e trocas de ferramentas, começou a ser utilizado um *checklist* semanalmente e a partir de um *checkup* de cada máquina são feitos relatórios. Quando estipuladas, as manutenções preventivas ocorrem aos sábados, assim como as horas extras.

## 4.6. RESULTADOS

O projeto se estabeleceu por dois meses, começando em julho de 2018 e terminahdo em agosto, portanto o estudo abordará um comparativo entre os resultados obtidos nesses dois meses de trabalho com os resultados obtidos nos dois meses anteriores (maio e junho).

A tabela 1 reflete as mudanças do tempo de produção perdido referente a cada ocorrência. Não houve perdas do tipo acidente (6).

Tabela 1 – Perdas Antes e Depois da aplicação do OEE na empresa do estudo em 2018.

| Ocorrência | Antes(Mai/Jun) 42 dias de produção | | Depois (Jul/Ago) 45 dias de produção | | Diferença |
|---|---|---|---|---|---|
| | (hora:min) | (%) | (hora:min) | (%) | |
| 1.Setup/Movimentação de Materiáis | 44:19 | 57,10% | 32:54 | 53,97% | 3,13% |
| 2.Aguardando Sequência | 16:40 | 21,47% | 12:30 | 20,51% | 0,96% |
| 3.Quebra da máquina | 4:25 | 5,69% | 02:25 | 3,97% | 1,72% |
| 4.impeza e Organização | 3:40 | 4,72% | 03:46 | 6,19% | -1,47% |
| 5.Parada Individual | 7:23 | 9,51% | 06:20 | 10,40% | -0,89% |
| 7.Treinamento | 1:10 | 1,50% | 03:01 | 4,96% | -3,46% |
| Perdas Totais | 77:37 | 100% | 55:26 | 100% | |

Fonte: Elaboração própria

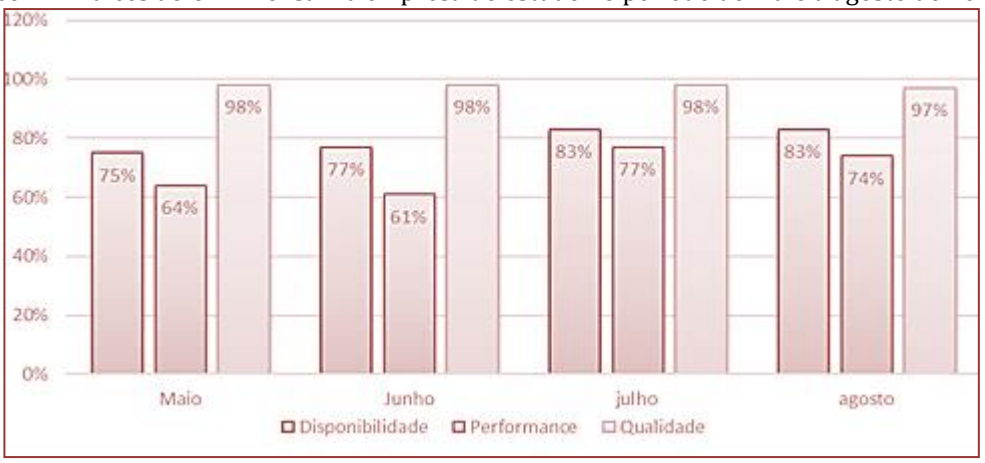
Em 42 dias que houve produção, entre os meses de maio e junho, teve uma perda de 77 horas e 37 minutos equivalentes à 24,5% do tempo total disponível, o que significa aproximadamente ¼ do tempo de produção desperdiçado. Já nos meses de julho e agosto, em 45 dias, houve 60 horas e 58 minutos de desperdício, equivalentes a 17,8% do tempo total.

Em maio e junho houve uma taxa média de 64% de performance com 22.866 peças fabricadas com relação a um tempo de 238 horas e 43 minutos, sendo assim, obtendo um desempenho real de como se tivesse trabalhado 152 horas e 26 minutos. Já nos meses seguintes, em julho e agosto, a média passou para 73,5% com 26.790 peças em 281 horas e 34 minutos obtendo um desempenho real de 206 horas e 57 minutos.

O projeto mobilizou o chão de fábrica de modo que conseguiu, em princípio, um bom e satisfatório resultado, porém acabou revelando que manter o nível dos índice seria necessário uma melhor conduta, isto é, precisaria manter o mesmo empenho com foco nos resultados nos meses seguintes. Os gráficos 1 e 2 mostram o desempenho da máquina referente aos dois meses antes do inicio do OEE ( maio e junho) e os dois meses depois (julho e agosto). Foi estipulado uma meta de 65% de OEE, que seria o mínimo para denominar como bom o processo referente a produção da máquina.

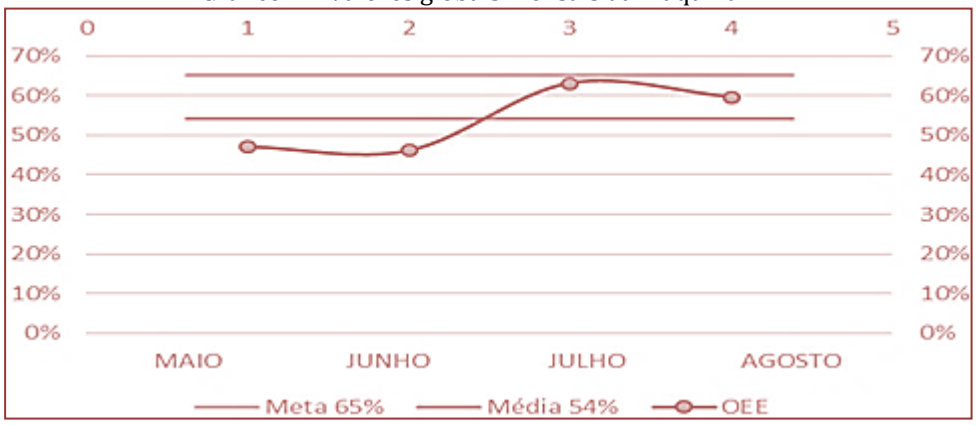
Nota-se que no primeiro mês do projeto (julho) a meta de 65% do valor global (OEE) quase foi alcançada, atingindo 63% e tendo uma queda para 60% em agosto. Foi satisfatório o resultado diante da avaliação da diretoria levando em consideração os poucos meses análisados.

Gráfico 1 – Índices do OEE Mensal na empresa do estudo no periodo de maio a agosto de 2018.




Fonte: a empresa do estudo

Gráfico 2 – Valores globais mensais da máquina.




Fonte: a empresa do estudo



Apesar do projeto ser estabelecido em um curto período, por parte da gerência houve interesse no mantimento do mesmo com tal alegação do gerente da fábrica:

*– Há muito espaço para o aproveitamento dos gráficos de produção na empresa, precisamos estabelecer maiores condições nesse aspecto, podíamos trabalhar melhor nisso para atender melhor a demanda.*

Os operadores da máquina colaboraram com a implementação do OEE e revelaram um maior interesse nos resultados, agora que possuem acesso aos gráficos da produção, alegando estarem mais focados no progresso dessa implantação e não apenas na sequência de produção.

## 5. CONCLUSÕES E CONCIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho teve como objetivo apresentar um diagnóstico qualitativo sobre as ocorrências que puderam ser observadas na máquina desse estudo por meio da aplicação da ferramenta OEE juntamente com a metodologia TPM para poder agir nas causas das ocorrências de perdas no processo produtivo.

Foi observado que, apesar do ciclo de condução da pesquisa-ação (figura 3) ter sido seguido, não foi possível manter em agosto os mesmos índices obtidos em julho, concluiu-se que o motivo de tal aspecto ter ocorrido foi que os envolvidos (setor da qualidade e chão de fábrica) não mantiveram o mesmo nível de condução que no início, porém, os resultados de modo geral, são bem satisfatórios, pois conseguiu criar boas expectativas a partir das melhoras obtidas em relação aos meses anteriores analisados antes do inicio do projeto. Levando assa análise em consideração, notou-se que o diferencial na obtenção dos resultados foi definitivamente a motivação dos funcionários levando-os a maximizar o tempo e evitar pequenas perdas.

Observa-se também a necessidade, nesse caso, de novos giros no ciclo da pesquisa-ação para melhorar os resultados e conseguir mante-los.

Destaca-se nessa pesquisa-ação o envolvimento por parte de todos os setores da empresa. A ferramenta OEE mostrou-se eficiente tanto no desenvolvimento técnico quanto na integração da equipe e na identificação de problemas pontuais. A aplicação do OEE serviu como uma iniciativa para novas medidas que serão tomadas conforme as condições da empresa de acordo com a diretoria.

## REFERÊNCIAS

[1] Busso, C. M.; Miyake, D. I. Análise da aplicação de indicadores alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de uma fábrica. *Production*, v. 23, n. 2, p. 205-225, 2013.

[2] Corrêa, H. L.; Corrêa, C. A. *Administração de produção e operações*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

[3] Hansen, R. C. *Eficiência Global dos Equipamentos:* uma poderosa ferramenta de manutenção/produção para aumento dos lucros. Porto Alegre: Bookman, 2006.

[4] Nakajima, S. *Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance*. São Paulo: IMC, Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.

[5] Santos, A. C. O.; Santos, M. J. Utilização do indicador de eficácia global de equipamentos (Oee) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufatura – um estudo de caso. *XXVII Enegep*. Foz do Iguaçu, 10p. 2007.

[6] Mello, C. H. P.; Turrioni, J.B.; Xavier, A.F.; Campos, D. F. Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução. *Production*, v. 22, n. 1, p. 1-13, 2012.

[7] Moraes, P. H. A. *Manutenção produtiva total: estudo de caso em uma empresa automobilística*. Taubaté: Unitau, 2004.

[8] Chiaradia, A. J. P. *Utilização do indicador de eficiência global de equipamentos na gestão e melhoria contínua dos equipamentos:* um estudo de caso na indústria automobilística. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia) Ppgep/Ufrgs, Porto Alegre, 2004.

# Capítulo 10

## *Aplicação de Engenharia da Manutenção em Colhedoras de cana-de-açúcar numa Usina Sucroalcooleira do Triângulo Mineiro: Um Estudo de Caso*

*Marcela Milan Pizzeco*
*Hebert Roberto da Silva*

Resumo: Impactadas pelos efeitos do advento da tecnologia nos processos produtivos, as organizações modificaram seus conceitos de redução de custos de produção inserindo mais uma variável: a Engenharia da Manutenção. Prezar pela disponibilidade do ativo torna-se o preceito-chave para a redução de paradas produtivas, e aumento da eficiência dos processos. Com isso, o presente trabalho trata-se de um estudo preliminar visando a melhoria da disponibilidade de uma colhedora de cana-de-açúcar de uma usina do Triângulo Mineiro. Serão utilizadas técnicas que permitam enxergar as maiores falhas com base no tempo de parada do equipamento e suas causas raízes. Portanto, espera-se com este trabalho conhecer as causas raízes das falhas, aumentando a disponibilidade da colhedora de cana-de-açúcar. Com base nestes resultados, foi possível sugerir ações com vistas a aprimorar o Plano de Manutenção do equipamento.

Palavras-chave: Engenharia da manutenção, colhedora de cana-de-açúcar, disponibilidade, causa raiz.

## 1 INTRODUÇÃO

Em função da integração cada vez maior do mercado consumidor, as organizações se propuseram, até os dias atuais, em planejar, implementar e controlar fortes medidas estratégicas em relação aos seus recursos físicos, que as tornassem monopolizadas entre as demais concorrentes (SOUZA & ANDRADE, 2018). Assim, reduzir perdas no processo produtivo, seja de insumos ou de disponibilidade do maquinário, se torna uma das premissas-chave para o atingimento satisfatório de lucratividade da empresa, além de alavancar sua produtividade tão exigida pelos gestores (MORAES & GARCEZ, 2017).

A inclusão da Manutenção dentro do ambiente produtivo, é um dos princípios favoráveis a este sucesso, sendo sua missão primordial manter equipamentos e instalações em perfeitas condições de funcionamento, atendendo um processo de produção, ou um serviço com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custo adequado (KARDEC & NASCIF, 2015). Nessa missão se inclui, inspecionar máquinas periodicamente, substituir componentes, e realizar rotinas preventivas (SANTOS & CAVALCANTE, 2018), além de lubrificações periódicas, reapertos, etc (REDE INDUSTRIAL, 2017).

É nestes preceitos, que surgiu-se a ideia de explorar possibilidades de gerir satisfatoriamente o processo de manutenção de um determinado modelo de colhedora de cana-de-açúcar de uma Usina Sucroalcooleira do Triângulo Mineiro, determinando compartimentos e componentes que necessitam de manutenções com mais rigidez e frequência, já que são estes que determinam seu nível de Disponibilidade.

Para isso, será aplicada a Engenharia da Manutenção com uma análise quali-quantitativa após a consolidação de dados fornecidos pela empresa, sendo, em seguida, aplicadas técnicas de determinação da Causa Raiz das paradas/falhas do equipamento mais sobressalentes, para que se evite intervenções Corretivas não-planejadas.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Segundo Goulart et.al. (2016), a manutenção é a prática para impedir aparecimento de defeitos e/ou falhas, garantindo o estado original de funcionamento do equipamento. Para Freitas (2016), sua missão é a gerência otimizada do parque de equipamentos estabelecendo-se objetivos que são definidos a partir do conceito de três fatores:

a) Fator econômico: Diminuição de custos de falha, economia de energia, etc.;

b) Fator humano: Condições de Segurança no trabalho, fatores prejudiciais, etc.;

c) Fator técnico: Disponibilidade e durabilidade das máquinas.

Assim, é fundamental para uma boa gestão aplicar métodos alinhados com a estratégia da empresa, que prevejam a necessidade da manutenção de um processo produtivo, já que a perda de produção, de forma planejada, reflete em menores custos do que numa ocorrência de uma parada inesperada, podendo acarretar na diminuição da vida do equipamento (REDE INDUSTRIAL, 2017).

### 2.2 TERMINOLOGIAS DA MANUTENÇÃO

Para Kardec & Nascif (2015), a manutenção abrange os tipos: Manutenção Corretiva, Preventiva, Preditiva e Engenharia da Manutenção.

- Manutenção Corretiva: Executada após a ocorrência de uma falha, realizando-se a substituição ou o reparo adequado em um item para que o equipamento volte as suas normais funções, sendo planejada ou não planejada. A primeira forma direciona o equipamento até a sua quebra, porém sem impactar em sua função, tendo disponível formas de substituição da máquina parada ou de seus componentes (KARDEC & NASCIF, 2015). A segunda, ocorre de forma aleatória e uma das mais praticadas atualmente, podendo refletir em perdas produtivas, aumento de custos, e perda de qualidade do produto (FREITAS, 2016).
- Manutenção Preventiva: Reduz a ocorrência de falhas de maneira antecipada. Segundo Figueiredo & Rodrigues (2017), é feita em intervalos pré-estabelecidos ou em alinhamento com critérios já definidos, diminuindo probabilidades de falha do ativo. A conservação do maquinário é feita de forma periódica e prevenindo o surgimento de avarias (GOULART et. al, 2016). Porém, pode ser prejudicial, em parte das vezes por falta de dados precisos e cálculos corretos de paradas (FREITAS, 2016),

podendo ocorrer falhas bruscas antes do período estimado para a intervenção, e haver reposições de componentes de forma prematura, algo comumente praticado (KARDEC & NASCIF, 2015).

- Manutenção Preditiva: Com base no estado do equipamento, este tipo de atuação engloba a sistematização de dados que possibilitem supervisioná-lo e monitorá-lo de forma contínua, indicando seu desempenho e performance (GOULART et. al, 2016). É o predizer do ativo, de forma que todo o acompanhamento é feito sem a ocorrência de paradas (FREITAS, 2016). O principal reflexo deste viés otimizado, é a intervenção sem ser feita durante o período em que ainda está em condições de produzir, e nem no momento em que suas funções e componentes estão comprometidos, ou por suposições que o ativo deve ser parado, tendo maior tempo de operação (CERVEIRA & SELLITTO, 2015).
- Engenharia da Manutenção: Se torna uma mudança cultural numa organização, consolidando a rotina e implementando a melhoria (KARDEC & NASCIF, 2015). Requer não visualizar apenas o ativo em seu momento de reparo (corretiva), mas enxergar, de forma sistematizada, como melhorar o seu mau desempenho (GOULART, et. al., 2016). Isso envolve analisar as causas básicas das falhas, melhorar padrões, eliminar problemas crônicos, melhorar a capacitação do pessoal, gerir materiais e sobressalentes, acompanhar indicadores, aumentar a segurança, confiabilidade e disponibilidade, elaborar planos de manutenção e inspeção, entre outros aspectos (GROSSL, CARVALHO & SANTOS, 2017).

## 2.3 INDICADORES DE MANUTENÇÃO

Para medir o desempenho de um equipamento, e monitorá-lo, os principais indicadores usados são (MORAES & GARCEZ, 2017):

- Manutenibilidade: quanto tempo foi feita a intervenção realizada no maquinário em um determinado intervalo estabelecido.
- Disponibilidade: É a avaliação variando entre 0% e 100% do estado do equipamento em operação.

## 2.4 FUNCIONAMENTO DE UMA COLHEDORA DE CANA-DE-AÇÚCAR

Visando rapidez produtiva a baixo custo, de forma automatizada (NOVACANA, 2014), as usinas sucroalcooleiras passaram a investir na colhedora de cana-de-açúcar, um maquinário voltado para o corte mecanizado da cana. Ela colhe de forma picada, facilitando no processamento do insumo durante o processo de obtenção de etanol e/ou açúcar. Seu funcionamento baseia-se em (VOLTARELLI et. al., 2015):

a) As ponteiras da cana de açúcar são retiradas pelos despontadores, que minimizam a quantidade de matéria-prima vegetal introduzida na máquina, realizando a limpeza da cana;

b) A cana é direcionada para os divisores de linha, onde é desembaraçada pela separação das linhas e introduzida para dentro do equipamento, rumo ao corte de base;

c) O corte basal realiza o corte dos colmos com a atuação das faquinhas em sua base;

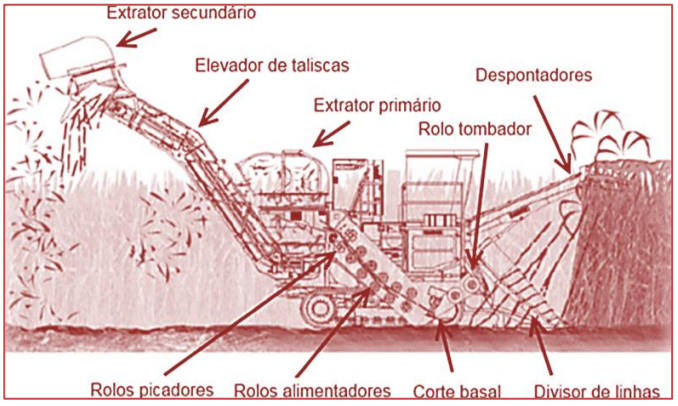
d) Os colmos cortados, são levados para os rolos alimentadores, até atingir os rolos picadores, sendo estes, fracionados em tamanhos que variam entre 30 a 40 cm;

e) A cana é depositada no cesto, para que o extrator primário remova impurezas minerais e vegetais através da exaustão de ar numa hélice giratória;

f) Os colmos repartidos são direcionados para o elevador de taliscas, levando a matéria-prima para o extrator secundário para a remoção das impurezas restantes. Finalmente, a cana é descarregada nos transbordos específicos da indústria que utiliza do insumo.

A figura 1 exemplifica a colhedora em funcionamento:

Figura 1 - Compartimentos da colhedora




Fonte: Voltarelli et. al. (2015)

## 2.5 ANÁLISE DE PARETO - REGRA 80/20

A análise de Pareto, é uma técnica de Qualidade que permite identificar quais parâmetros possuem influências significativas sobre cada falha considerada. Priorizando a ação que trará melhor resultado, ela permite que um pequeno número de itens traga grandes melhorias num processo produtivo (FABRIS, 2014).

Este resultado é possível através da visualização das causas de um problema, de maior para menor frequência/gravidade, estabelecendo uma ordem nas tomadas de ações, e priorizando as mais urgentes. Dispostos em um gráfico de barras verticais ordenadas, o benefício do Diagrama de Pareto está em detectar que as principais falhas que derivam de um pequeno número de causas (FIGUEIREDO & RODRIGUES, 2017). Isto está embasado na regra 80/20: 80% dos resultados corresponde a apenas 20% dos fatores, justificando as priorizações necessárias (FABRIS, 2014).

As causas são dispostas no formato de barras no eixo X e o percentual, dado em forma de linha, no eixo Y (FABRIS, 2014). Com a finalização deste gráfico, é possível tomar decisões priorizadas para a solução dos problemas existentes.

## 2.6 ANÁLISE DE CAUSAS-RAÍZES DE FALHA

A Análise das Causas-Raízes de Falha (Root Cause Failure Analysis – RCFA) é um método ordenado de buscar as causas dos problemas para que minimize seu grau de ocorrência (SILVA, SOUSA & SOUZA, 2018), tomando as ações para prevenir a nova incidência do problema, descobrindo o que ocorreu e o porquê (AGUIAR, 2014).

Este método tem como objetivo eliminar causas que envolvem problemas de performance, eliminar causas aparentes que não são sustentadas por dados coletados durante o processo, selecionar causas verificáveis, questionando de forma sucessiva o porquê da ocorrência do problema para determinar a sua causa raiz, sendo tomada as ações coerentes (SILVA, SOUSA & SOUZA, 2018).

Os principais passos para o método são (KARDEC & NASCIF, 2015):

a) Análise do Modo e Efeito de Falha;

b) Preservação da informação da falha;

c) Organização do grupo de análise;

d) Analisar, relatar descobertas, fazer recomendações e acompanhar resultados.

Esta não deve ser evidenciada em classificações genéricas como “erro do operador”, ou “falha do equipamento”. As causas raízes devem ser descritas de forma que a gerência consiga ter alta influência em sua resolução (AGUIAR, 2014).

## 3 METODOLOGIA

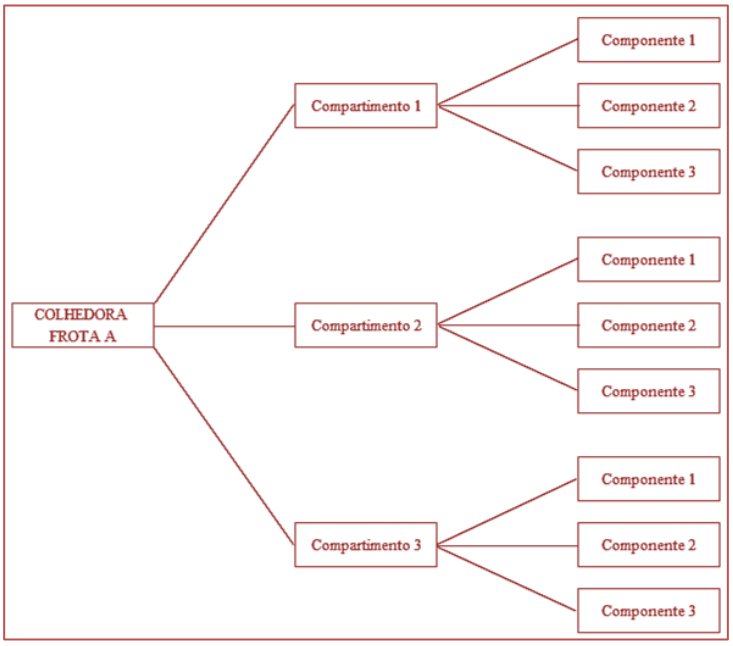
Explorou-se um estudo de caso, originado por uma base de dados vinda de uma revendedora de maquinários agrícolas que fornece o pós-venda, para manter disponível o equipamento, realizando manutenções corretivas e preventivas.

Esta revendedora presta serviços a uma Usina Sucroalcooleira do Triângulo Mineiro, procurando manter a disponibilidade das colhedoras acima dos 85%, através de seus planos de manutenção e a presença de técnicos que realizam as intervenções necessárias na safra durante os dois primeiros turnos da empresa.

E para melhorar as atividades de manutenção da revendedora para a maior satisfação do cliente com a disponibilidade analisou-se a causas das falhas de uma das frotas, a frota A, utilizando a análise de Pareto com base na somatória dos tempos de parada por compartimento e componente durante 107 dias de operação.

Coletou-se os três compartimentos com maiores tempos, e a partir destes, os três componentes mais falhos de cada um ainda baseados neste tempo, como esquematizado no fluxograma da figura 2.

Figura 2 - Fluxograma de sistematização das falhas




Fonte: Do autor (2019)

Com o entendimento das maiores falhas com a análise de Pareto, identificou-se a causa raiz da falha dos componentes com a RCFA embasada nos cinco porquês, explicitando os fatores qualitativos que levam a gerar tais gargalos de indisponibilidade do equipamento. Este diferencial contribui para a elaboração de um Plano de Manutenção.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 FONTE DOS DADOS

A Usina é responsável por originar relatórios semanais durante a safra sobre as Ordens de Serviços de suas colhedoras. Para este estudo, consolidou-se, na safra de 2018, dados como datas e duração das paradas da Frota A, compartimentos e seus componentes afetados nas paradas, e sua disponibilidade, tendo como meta estar acima dos 85%.

Existem falhas nos relatórios da Usina com relação aos horímetros para cada OS. Neste estudo, foi utilizado os relatórios dos serviços executados em campo dos técnicos da revendedora durante seus turnos.

## 4.2 ANÁLISE DE DADOS DE MANUTENÇÃO

Houve a limitação do estudo no período de julho a novembro de 2018 devido a maior tendência de seca desta época, elevando o teor de fibra da cana-de-açúcar. Isso propicia a maior quebra dos equipamentos durante a colheita, e, consequentemente, a maior disposição de intervalo dados para tratamento ao fim da safra.

Com base nas OSs, classificou-se os dados por compartimentos da máquina: corte de base, material rodante, extrator primário, extrator secundário, suspensão da máquina, elevador, divisor de linhas, picador e longarina, rolos alimentadores, motor, estação do operador, tanque de combustível e sistema elétrico.

Foram inseridas classificações de "desconhecido" e "diversos" para aquelas intervenções em que não era possível coletar qual era o compartimento correspondente, pelo fato de ter sido feita no terceiro turno, onde existia perda de informações do ocorrido pela usina, e registrado apenas o tempo total de parada do equipamento. O mesmo ocorreu para a classificação de "preventiva", onde não havia as mesmas especificações para a categorização correta dos dados.

Para as classificações corretas por compartimento, uniu-se esta informação ao componente que gerou a indisponibilidade da máquina. A tabela 1 exemplifica a disposição final de informações.

Tabela 1 - Dados das intervenções

| Frota | Vida (dias) | Horímetro | Data início | Data Fim | Duração (h) | Compartimento | Componente |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2042 | 812 | 7042,29 | 19/07/2018 | 19/07/2018 | 0,97 | Corte de base | Faquinhas |

Fonte: Usina e prestadora de serviços (2018)

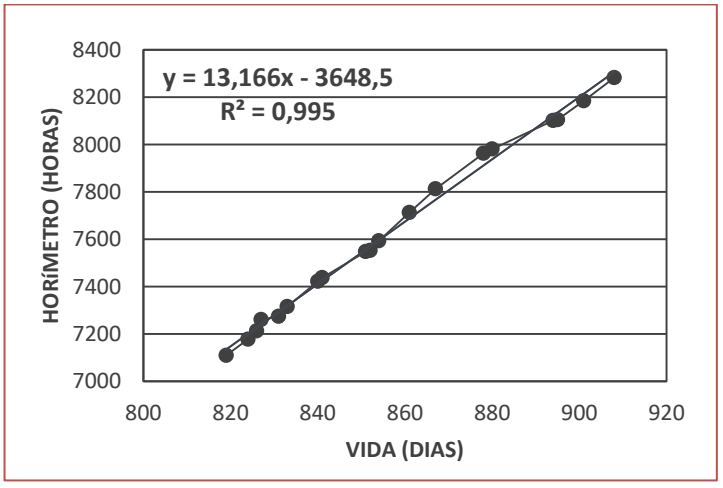
## 4.3 TRATAMENTO DOS DADOS

Com um intervalo de obtenção dos dados, limitou-se a faixa de dados em duas análises.

### 4.3.1 ANÁLISE 1 - REGRESSÃO LINEAR

Esse estudo se iniciou a partir do 812º dia de vida da máquina. Nos 107 dias seguintes de operação da mesma relacionou-se sua vida aos horímetros existentes, bem como estimou-se o intervalo entre falhas, como indicados na Figura 3. Os pontos da linha são os valores destes horímetros nas respectivas paradas do equipamento, existindo uma correlação linear ao analisar a equação da linha de tendência, em que o R é próximo de 1.

Figura 3 – Vida e Horímetro




Fonte: Do autor (2019)

Pode-se observar que houveram pequenas incertezas nesta estimativa com os horímetros reais de parada, que não são capazes de prejudicar a análise dos dados, segundo o valor R na figura acima.

### 4.3.2 ANÁLISE 2 - INTERPOLAÇÃO COMBINADA COM REGRESSÃO LINEAR

Comparativamente, utilizou-se uma técnica de Interpolação para o encontro dos outros indisponíveis na tentativa de aumentar a precisão do intervalos entre falhas do equipamento, e tornando a linha de tendência do gráfico 1 ainda mais precisa e sem lacunas durante o histórico de intervenções ocorridas. Baseada na equação ax + b, a técnica contempla a utilização da seguinte Equação 1.

$$Intervalo\ entre\ falhas = \frac{y1 - y0}{x1 - x0}$$

y1: Horímetro inicial

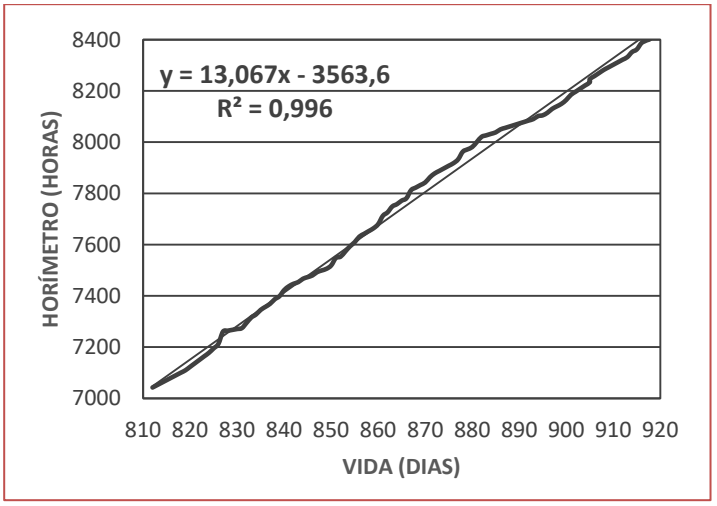
y0: Horímetro final

x1: Número da posição do horímetro inicial

x0: Número da posição do horímetro final

Através, da equação 1, visando melhor precisão na análise, estimou-se todos os horímetros faltantes para cada intervenção indicada. A figura 4 indica a maior precisão da equação de Tendência, com todos os dados estimados, e um valor R ainda mais próximo de 1.

Figura 4 – Vida e Horímetro




Fonte: Do autor (2019)

Em comparação com a figura 3, a figura 4 é a mais indicada para a continuidade deste trabalho devido a maior precisão do R.



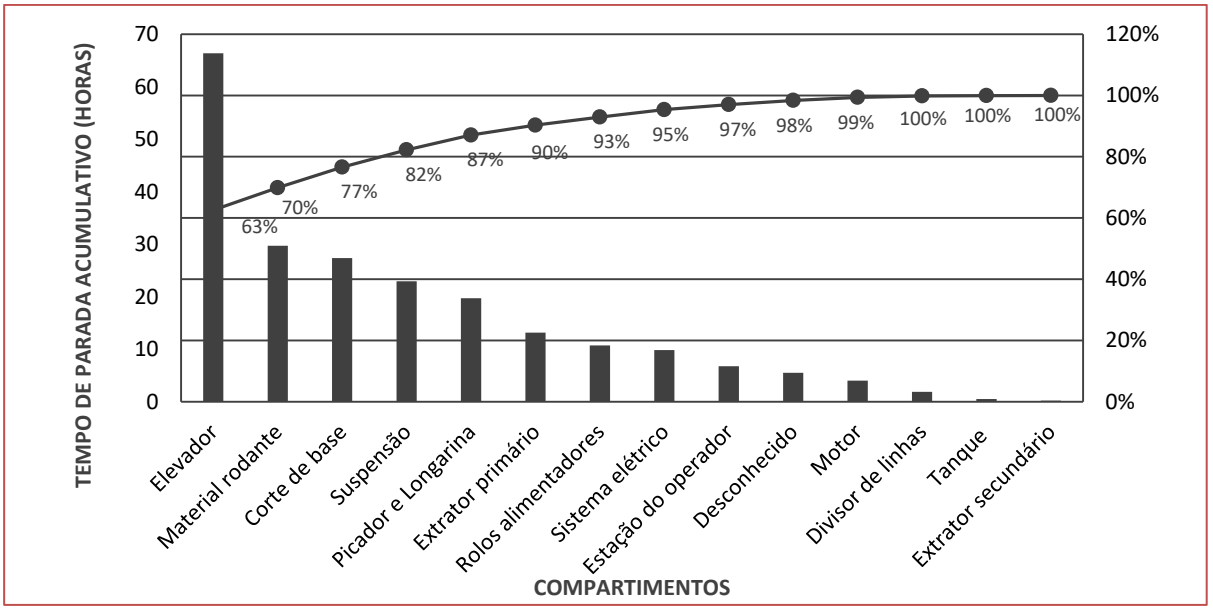
### 4.4 ANÁLISE DE PARETO - REGRA 80/20

Foi explicitado, no diagrama de Pareto, quais foram os compartimentos com maiores falhas. O resultado julga as classificações de “diversos” e “preventiva” como as principais responsáveis pela parada do mesmo com 112h, 78h e 75,52h, respectivamente. Porém, são dados que serão desconsiderados pelo fato de não

haver parâmetros de tempo precisos para os compartimentos/componentes falhos, além das preventivas ocorrerem de forma aleatória ou corretiva.

De acordo com a análise 80/20, a figura 5 mostra os compartimentos que mais influenciam na indisponibilidade da máquina, ou seja, 20% dos indicados apresentam 80% do tempo indisponível, seguindo em tempos de parada de 66,38h, 29,70h e 27,35h para: elevador, material rodante, e corte de base.

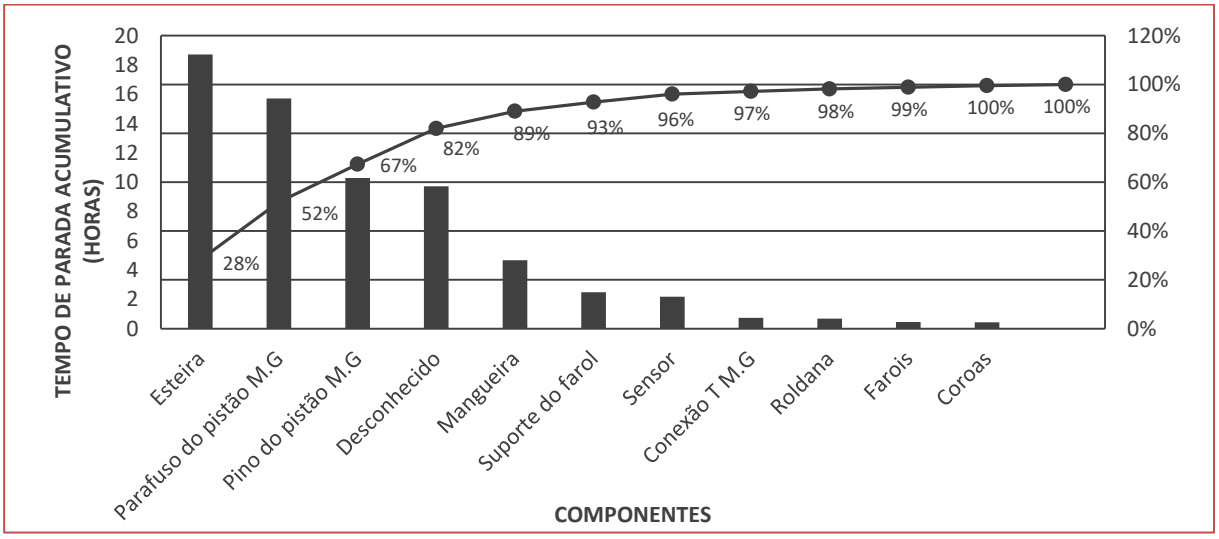
Figura 5 – Gráfico de Pareto aplicado aos compartimentos




Fonte: Usina (2018)

Assim, analisou-se a causa da falha dos três compartimentos com maior número de intervenções, e desta vez por componentes, sendo os mais falhos indicados nas figuras 6, 7 e 8. Na figura 6 para o elevador, é a esteira (16,72h), seguido do parafuso do pistão da mesa de giro (15,72h), e o pino do pistão da mesa de giro (10,28h). Todos são elementos de elevado grau de desgaste e de forma prematura e imprevista mediante a condições adversas da máquina, ocorrendo paradas sem planejamento.

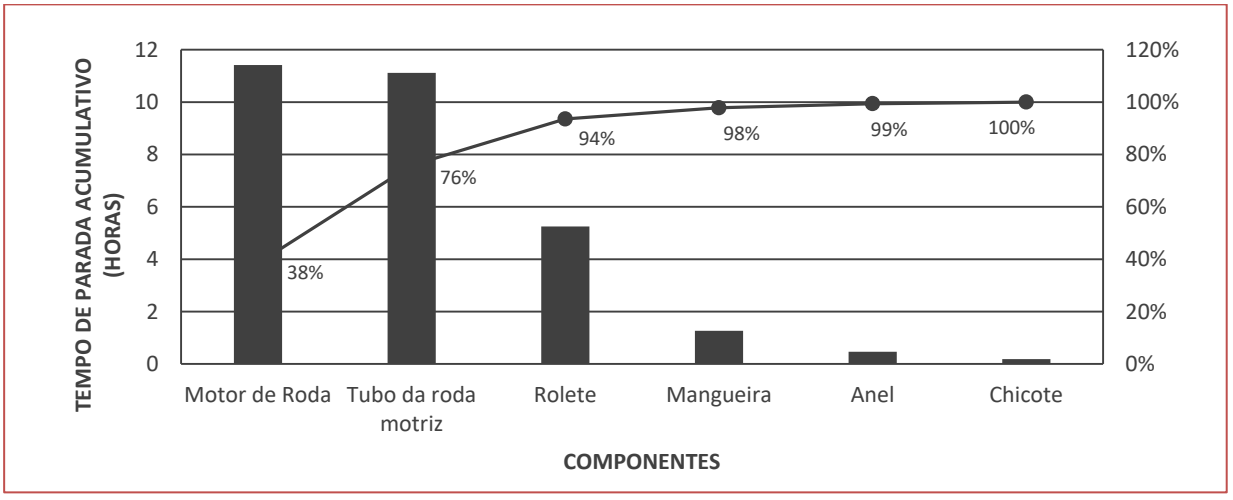
Figura 6 – Gráfico de Pareto para Elevador




Fonte: Usina (2018)

Na figura 7 para o material rodante, os componentes que mais geram paradas são o motor de roda (11,42h), e o tubo da roda motriz (11,12h), elementos em que circula-se óleo em elevadas pressões para gerar movimentação da máquina, o que facilita o rompimento frequente de retentores e vedações existentes nos mesmos.

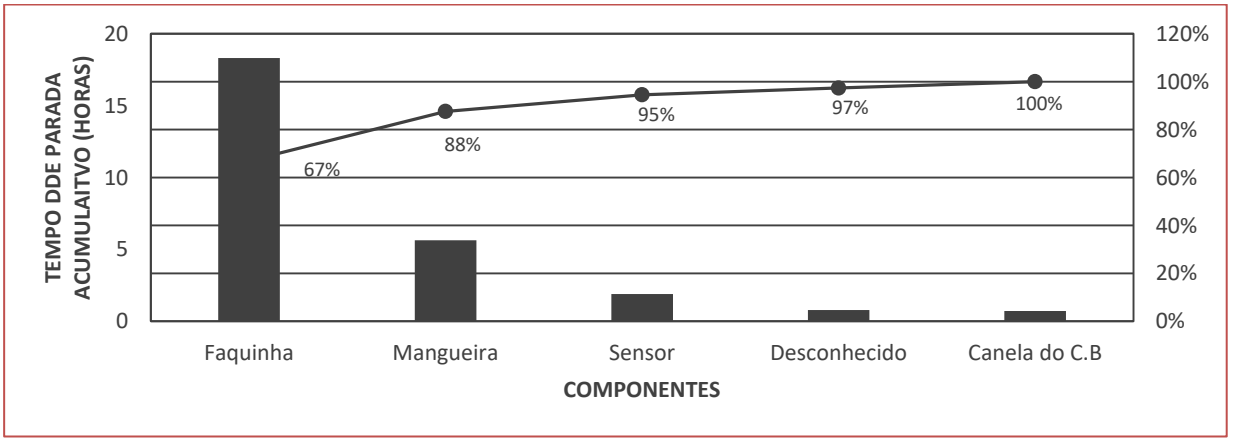
Figura 7 – Gráfico de Pareto para Material Rodante




Fonte: Usina (2018)

Na figura 8 com o corte de base, a faquinha se sobressai nas intervenções, pois este elemento permanece em contato constante com o solo e seus obstáculos, como tocos, pedras, contribuindo para o seu desgaste excessivo.

Figura 8 – Gráfico de Pareto para Corte de Base




Fonte: Usina (2018)

## 4.5 ANÁLISE DA CAUSA RAIZ – CINCO POR QUÊS

Com a Análise de Pareto, tem-se de forma sistematizada as principais causas do efeito da indisponibilidade do equipamento abaixo de 85%. Assim, realizou-se a análise da causa raiz das falhas, embasando-se nos Cinco Por quês dos componentes, como indica a tabela 2, para o elevador.

Tabela 2 – Cinco Porquês

| Equipamento: Colhedora | | | Data: De 19/07/2018 a 03/11/2018 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Efeito: Disponibilidade abaixo de 85% | | | | | |
| ELEVADOR | | | | | |
| Componente | Por quê? | Por quê? | Por quê? | Por quê? | Por quê? |
| I - Falha na esteira | Folga excessiva na esteira. | Correntes de movimentação da esteira desgastadas. | Impurezas minerais da cana em atrito com a corrente, gera o desgaste. | | |
| II - Falha no pino do pistão da mesa de giro | Pino do pistão com desgaste excessivo. | Atrito com o pistão na movimentação da mesa de giro, gera o desgaste. | Falta de lubrificação periódica do componente. | Falta de regularidade dos operadores do caminhão-oficina na lubrificação do equipamento. | |
| III - Falha no parafuso do pino do pistão da mesa de giro | Quebra excessiva do parafuso do pino do pistão da mesa de giro. | Atrito do parafuso com o pino/pistão na movimentação da mesa de giro, gera a quebra. | Falta de lubrificação periódica do componente + torque do parafuso inadequado. | Falta de regularidade dos operadores do caminhão-oficina na lubrificação do equipamento + falta de verificação do torque do parafuso. | |

Fonte: Autor (2019)

Estas causas raízes são provenientes de uma má cultura, de falta de execução correta dos processos de manutenção da Usina, sem estabelecer uma periodicidade rígida em lubrificações dos componentes desgastantes, dos pinos e parafusos do pistão da mesa de giro. O maior índice ocorre nas esteiras, algo esperado, já que é um componente exposto a condições adversas constantes, incluindo as impurezas da cana. A tabela 3, apresenta as causas raízes para o material rodante.

Tabela 3 – Cinco Porquês

| Equipamento: Colhedora | | | Data: De 19/07/2018 a 03/11/2018 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Efeito: Disponibilidade abaixo de 85% | | | | | |
| MATERIAL RODANTE | | | | | |
| Componente | Por quê? | Por quê? | Por quê? | Por quê? | Por quê? |
| I - Falha no cubo do motor de roda | Vazamento de óleo dentro do cubo do motor de roda. | Estouro do retentor do motor de roda. | Excesso de pressão vindo da bomba de transmissão + desgaste excessivo dos eixos dos cubos | Má calibração da válvula de alívio da bomba de transmissão + falta de lubrificação periódica. | |
| II - Falha no tubo de alimentação do motor de roda | Quebra do tubo de alimentação do motor de roda. | Rompimento da vedação do tubo de alimentação do motor de roda, ligado ao eixo. | Vibração excessiva do tubo do motor. | Falta de manutenção correta na abraçadeira de borracha que fixa o tubo do motor de roda. | |

Fonte: Autor (2019)

Acima, percebe-se como causa raiz a falta de conhecimento em executar com precisão a manutenção no motor de roda e no tubo de alimentação, pois são neles que circulam o óleo em elevadas pressões e fazem a máquina se mover. Isso mostra que se deve ter ciência sobre a pressão correta de circulação do óleo e sua calibração, e da fixação correta da abraçadeira do tubo, evitando intervenções longas e sem planejamento.

A causa raiz da tabela 4 é para o corte de base.

Tabela 4 – Cinco Porquês

| Equipamento: Colhedora | | | Data: De 19/07/2018 a 03/11/2018 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Efeito: Disponibilidade abaixo de 85% | | | | | |
| CORTE DE BASE | | | | | |
| Componente | Por quê? | Por quê? | Por quê? | Por quê? | Por quê? |
| I - Falha da faquinha | Desgaste excessivo das extremidades das faquinhas. | Atrito das facas com o solo durante o corte. | Desuso do copiador de solo, que regula a altura da máquina de acordo com o terreno. | Desconforto dos operadores devido à oscilação constante causada na máquina ao copiar o solo. | Má calibragem do corte de base ao utilizar o copiador de solo. |

Fonte: Autor (2019)

As faquinhas são elementos com alto índice de desgaste, sendo a causa raiz a falta de informação aos operadores de como calibrar corretamente o copiador de solo, de forma que a máquina não oscile em operação e evite maiores atritos com o solo.

## 5 CONCLUSÃO

Com o desenvolvimento da pesquisa, determinou-se que 20% dos compartimentos em falha da colhedora geraram uma indisponibilidade de aproximadamente 80% do tempo em operação, sendo esta análise pouco enxergada pelas instâncias estratégicas da Usina para que um Plano de Ação fosse elaborado de forma eficaz.

A falta de planejamento e troca de informações faz com que haja tempo desperdiçado em manutenções Preventivas aleatórias, e gera uma alta quantidade de manutenções Corretivas não planejadas, pois não se aplica um monitoramento contínuo, como ocorreria ao adotar uma Engenharia da Manutenção.

O encontro da causa raiz das maiores falhas também viabiliza a criação de um Plano de Manutenção Preventiva da máquina voltado para o tratamento/acompanhamento das causas de forma periódica e efetiva, sendo esta uma sugestão de aprofundamento para próximos trabalhos.

## REFERÊNCIAS

[1] AGUIAR, M.C. Análise de Causa Raiz: levantamento dos métodos e exemplificação. Dissertação de Mestrado. PUC, Rio de Janeiro, 2014.

[2] CERVEIRA, D. S.; SELLITTO, M. A. Manutenção centrada em confiabilidade (MCC): análise quantitativa de um forno elétrico a indução. Revista Produção Online, v. 15, n. 2, p. 405-432, 2015.

[3] FABRIS, C.B. Aplicação das ferramentas da qualidade em um processo produtivo em uma indústria de ração. Trabalho de Conclusão de Curso. UTFPR. Medianeira, 2014.

[4] FIGUEIREDO, M. T.; RODRIGUES A.L. Proposta de implantação da manutenção preventiva no setor de solda em uma empresa metalomecânica. Trabalho de Conclusão de Curso. UEM, Paraná, 2017.

[5] FREITAS, L.F. Elaboração de um plano de manutenção em uma pequena empresa do setor metal mecânico de juiz de fora com base nos conceitos da manutenção preventiva e preditiva. Trabalho de Conclusão de Curso. UFJF, Juiz de Fora, 2016.

[6] GOULART, N.H.B.; LIMA, S.C.; SOUZA, D.S.V.F.; RAPOSO, J.F.P. Proposta de implantação de um sistema de manutenção preventiva em uma empresa de pequeno porte do ramo de fabricação de fraldas. ENEGEP – ABEPRO. Maceió, 2016.

[7] GROSSL J.S.; CARVALHO P.H.S.; SANTOS, R.M.P. Aplicação de ações gerenciais de gestão ambiental no curso superior em tecnologia de manutenção industrial. Trabalho de Conclusão de Curso. IFF, Campos dos Goytacazes, 2017.

[8] KARDEC, Alan & NASCIF, Júlio. Manutenção função estratégica. Rio de Janeiro, Qualitymark, 2015.

[9] MORAES, S.C.B.; GARCEZ, T.V. Análise do impacto nos indicadores de confiabilidade, mantenabilidade e disponibilidade após a implantação do programa tpm. ENEGEP - ABEPRO, Joinville, 2017.

[10] NOVACANA. Colhendo informações: mecanização dos canaviais pode ser mais eficaz. Disponível em <https://www.novacana.com/n/industria/maq-equip/colhendo-informacoes-mecanizacao-canaviais-eficaz-140416> Acesso em: 02 fev 2019.

[11] REDE INDUSTRIAL. Manual prático de PCM – Planejamento e Controle da Manutenção. Sigma, v.2, p.10-65, 2017.

[12] SANTOS, A.C. J; CAVALCANTE, C. A. Discussão sobre metodologias de análise da gestão da manutenção: da estratégia à operação. ENEGEP – ABEPRO. Salvador, 2018.

[13] SILVA, A.S.C.; SOUZA, A.G.; SOUSA, C.R.C. Aplicação da válvula gaveta MGV em poços de petróleo. Trabalho de Conclusão de Curso. IFF, Campos dos Goytacazes, 2018.

[14] SOUZA, A.N.; ANDRADE J. J. O. Análise de falhas para subsidiar a proposição de procedimentos de manutenção: um estudo de caso em uma empresa do ramo de mineração. ENEGEP - ABEPRO, Salvador, 2018.

[15] VOLTARELLI, M.A.; SILVA, R.P.; TAVARES, T.O.; PAIXÃO, C.S.S. Colheita mecanizada de cana-de-açúcar. UNESP. Jaboticabal, 2015.

# Capítulo 11

## *Apreciação de riscos em máquinas de uma Indústria Alimentícia de Grande Porte – Estudo de caso*

*Geraldo Magela Pereira da Silva*
*Isabela Márcia de Carvalho Luiz*
*Romário Aurelio Pereira da Silva*

Resumo: Boa parte dos acidentes de trabalho graves e incapacitantes registrados no Brasil ocorrem em máquinas e equipamentos obsoletos e inseguros. Para evitar a ocorrência de tais acidentes, os empregadores devem assegurar que as máquinas no ambiente de trabalho apresentem o menor risco possível durante as fases de operação e manutenção. Este trabalho realizou uma apreciação de riscos em 3 máquinas pertencentes a uma linha de produção de uma indústria alimentícia de grande porte.

As 3 máquinas analisadas precisam adotar medidas de adequação.

Palavras-chave: Acidentes, máquinas, apreciação de riscos.

## 1. INTRODUÇÃO

Acidentes de trabalho tem sido motivos de preocupação para os empregadores e trabalhadores em todo o mundo, por impactarem diretamente a produtividade e gerarem prejuízos financeiros e humanos. Segundo as estimativas de 2018 disponibilizadas pela Organização Internacional do Trabalho (OIT), 2,78 milhões de trabalhadores e trabalhadoras morrem todos os anos devido a acidentes de trabalho e doenças relacionadas com o trabalho. Cerca de 2,4 milhões (86,3%) destas mortes são causadas por doenças profissionais, enquanto mais de 380.000 (13,7%) resultam de acidentes de trabalho.

Segundo Mendes, et al (2001), máquinas e equipamentos obsoletos e inseguros são responsáveis por cerca de 25% dos acidentes de trabalho graves e incapacitantes registrados no país. Com o intuito de diminuir e controlar os altos índices de acidentes, o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) criou a Norma Regulamentadora (NR) 12 de acordo com a Portaria nº 3.214 de 1978. Motivado por essa norma regulamentadora, bem como pelas normas de segurança ABNT e ISO vigentes, este trabalho tem como objetivo apresentar a apreciação de riscos de 3 máquinas pertencentes a uma linha de produção de uma indústria alimentícia de grande porte.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. ACIDENTES DE TRABALHO NO BRASIL

Na atual conjuntura e entendimento contemporâneo, os acidentes de trabalho decorrem por diversos fatores, dentre os quais, pode-se citar desarranjo no layout do processo de produção, máquinas sem proteções, metodologia ou tecnologia deficiente e/ou ultrapassada, fatores psico-sociológicos, etc (ALMEIDA, BINDER, 2000).

Visando a redução do número de acidentes envolvendo máquinas e equipamentos, a Norma Regulamentadora nº 12 estabelece que o empregador deve adotar medidas de proteção para o trabalho em máquinas e equipamentos, capazes de garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores. Com a função de regularizar o cumprimento da legislação trabalhista, o auditor fiscal do trabalho pode notificar ou suspender as atividades da empresa em casos de irregularidade.

### 2.2. NORMAS APLICÁVEIS À MAQUINAS E EQUIPAMENTOS

O item 12.1 da Norma Brasileira Regulamentadora NR 12 afirma:

> "Esta Norma Regulamentadora e seus anexos definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto nas demais Normas Regulamentadoras - NR aprovadas pela Portaria n.º 3.214, de 8 de junho de 1978, nas normas técnicas oficiais e, na ausência ou omissão destas, nas normas internacionais aplicáveis".

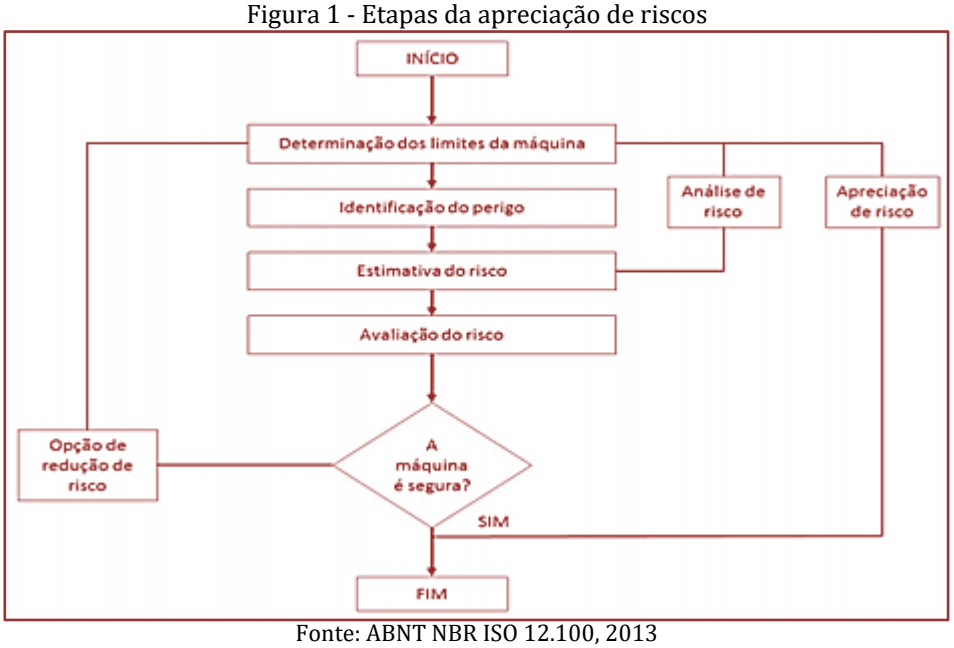
No ramo internacional, uma das normas empregadas em segurança de máquinas e equipamentos é a OSHAS 18001 (Occupational Health ans Safety Assessments Series) e as normas ISO (International Organization for Standardization) aplicáveis. Já no ramo nacional, além da Norma Regulamentadora 12 (Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos) e Norma Regulamentadora 10 (Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade).

### 2.3. ETAPAS DA APRECIAÇÃO DE RISCOS

A apreciação de riscos é um processo documentado de análise e avaliação de riscos de uma máquina ou equipamento, realizada sob as diretrizes de normas nacionais e/ou internacionais.

Segundo a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (2012), toda melhoria da segurança de uma máquina se inicia pela apreciação dos riscos. Esta apreciação dos riscos associados às máquinas perigosas segue aproximadamente o mesmo caminho em todos os documentos normativos que tratam da segurança das máquinas. Para cada posto e situação de trabalho deve ser feito um estudo completo e exaustivo de identificação dos fenômenos perigosos, de estimativa e avaliação dos riscos e aplicação do procedimento de eliminação ou redução destes riscos.

Figura 1 - Etapas da apreciação de riscos



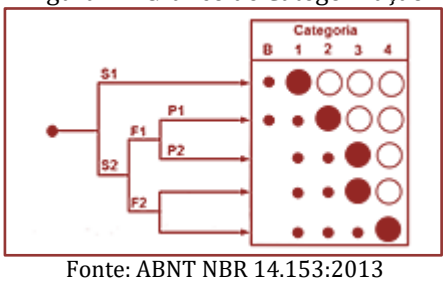

Fonte: ABNT NBR ISO 12.100, 2013

A estimativa do risco pode ser feita através do método da ABNT NBR 14153:2013 ou da ISO/ TR 14121-2:2012 descritos a seguir.

## 2.4. ESTIMATIVA DO RISCO SEGUNDO A ABNT NBR 14153:2013

A estimativa do risco de acordo com a ABNT NBR 14153:2013 é feita através da análise do gráfico de categorização, que leva em conta a Severidade do Ferimento (S), a Frequência e/ou Tempo de Exposição ao Perigo (F) e a Possibilidade de Evitar o Perigo (P). Após a determinação desses três parâmetros, determina-a categoria preferencial da Máquina (B, 1, 2, 3 ou 4) para o risco estimado.

Figura 2 – Gráfico de Categorização




Fonte: ABNT NBR 14.153:2013

A categoria da máquina consiste na classificação das partes de um sistema de comando relacionadas à segurança, com respeito à sua resistência a defeitos e seu subsequente comportamento na condição de defeito, que é alcançada pelos arranjos estruturais das partes e/ou por sua confiabilidade.

As categorias são divididas em:

Categoria B: Categoria básica, no qual a ocorrência de um defeito pode levar à perda da função de segurança.

Categoria 1: Uma maior resistência a defeitos é alcançada predominantemente pela seleção e aplicação de componentes. As partes do sistema de comando relacionadas à segurança devem ser projetadas.

Categoria 2: Um desempenho melhorado, com relação à função de segurança especificada, Isso será conseguido pela checagem periódica de que a função de segurança especificada está sendo cumprida (o início dessa verificação pode ser automático ou manual).

Categoria 3: Um desempenho melhorado, com relação à função de segurança especificada, é alcançado predominantemente pela melhoria da estrutura da parte relacionada à segurança do sistema de comando. Isso é conseguido pela garantia de que um defeito isolado não leva à perda da função de segurança. Nessa categoria, alguns defeitos são detectados, e o acúmulo de defeitos não detectados pode levar à perda da função de segurança.

Categoria 4: Um desempenho melhorado, com relação à função de segurança especificada, é alcançado predominantemente pela melhoria da estrutura da parte relacionada à segurança do sistema de comando. Isso é conseguido pela garantia de que um defeito isolado não leva à perda da função de segurança. Nessa categoria, a resistência ao acúmulo de defeitos será especificada. O acúmulo de defeitos não detectados não pode levar à perda das funções de segurança.

Segundo Osti (2012) nenhum é considerado um risco baixo a categoria 1, um risco é médio quando se encaixa na categoria 2 e um risco é alto, quando a está classificado na categoria 3 ou 4.

## 2.5. ESTIMATIVA DO RISCO SEGUNDO ISO/TR 14.121-2:2012

A Norma ISO/TR 14.121-2:2012 realiza a estimativa do risco para cada situação de perigo através do cálculo do HRN (HAZARD RATING NUMBER). As estimativas dos riscos são feitas através de um método indutivo, que examina todos os perigos da Máquina e considera as maneiras possíveis de que algo dê errado em uma situação perigosa e como isto pode levar ao dano do trabalhador. O Valor de Classificação de Perigo (HRN) é encontrado através da multiplicação dos fatores: Probabilidade de Ocorrência (PO), Probabilidade Máxima de Perda (PMP), Frequência de Exposição (FE) e Número de Pessoas Expostas ao Risco (NP).

$$HRN = PO \times PMP \times FE \times \mathrm{NP}$$

O risco é classificado de acordo com o valor numérico do HRN encontrado para a Máquina, podendo ser: Aceitável, Muito Baixo, Baixo, Significante, Alto, Muito Alto, Extremo ou Inaceitável (Figura 3).

Figura 3 – Classificação HRN

| HRN | RISCO | PRIORIDADE |
|---|---|---|
| 0 a 1 | Aceitável | Baixa |
| 1 a 5 | Muito baixo | Baixa |
| 5 a 10 | Baixo | Média |
| 10 a 50 | Significante | Média |
| 50 a 100 | Alto | Média |
| 100 a 500 | Muito alto | Alta |
| 500 a 1000 | Extremo | Alta |
| Mais de 1000 | Inaceitável | Alta |

Fonte: ISO/TR 14.121-2:2012

## 3. METODOLOGIA

O presente estudo de caso foi embasado em pesquisa de carácter qualitativa, descritiva, caracterizada pela coleta de dados em pesquisa de campo. O estudo de caso justifica sua importância por reunir informações numerosas e detalhadas que possibilitam apreender a totalidade de uma situação. A riqueza das informações detalhadas auxilia o pesquisador num maior conhecimento e numa possível resolução de problemas relacionados ao assunto estudado (BRUYNE et al, 1977).

Foi realizada uma auditoria no dia 16/04/2019 em uma indústria alimentícia de grande porte pelo funcionário da empresa Automaton. Foram levantadas fotos de 3 máquinas de uma linha de produção, que serviram de base para a elaboração da apreciação de riscos. As máquinas analisadas foram: Masseira, Tombador e Cocho.

### 3.1. ANÁLISE DE RISCOS DA MASSEIRA

A Masseira é uma máquina utilizada para produção de massa de biscoito. O operador abastece a máquina com parte da matéria-prima e comanda o abastecimento automático e o funcionamento utilizando os botões na lateral direita. Após o processo, o material segue para o Tombador. As figuras a seguir apresentam o inventário e as fotos da Masseira.

Figura 4 – Inventário da máquina Masseira

| DADOS DE PLACA DA MAQUINA | | | |
|---|---|---|---|
| FABRICANTE: | Peerless | | |
| MODELO: | Não informado | | |
| REGISTRO NO CREA: | Não informado | | |
| DATA DA INSTALAÇÃO: | Não informado | | |
| CAPACIDADE: | Não informado | IMPTD.: | Sim |
| SIST. ACIONAMENTO: | Elétrico | SÉRIE: | Não informado |
| TIPO: | Local | TENSÃO: | Não informado |
| OBS.: | - | PRESSÃO: | Não informado |

| SISTEMAS DE SEGURANÇA - VISÃO GERAL | | | | |
|---|---|---|---|---|
| DISP. EMERGÊNCIA | 3 | BLOQUEIO E RETENÇÕES MEC. | 3 | 1 - INEXISTENTE<br>2 - PARCIAL<br>3 - EXISTENTE<br>4 - N/A |
| DISP. ÓPTICO ELETRÔNICO | 4 | VÁLV. SEG. HIDRÁULICO | 3 | |
| ACIONAMENTO BI-MANUAL | 4 | VÁLV. SEG. PNEUMÁTICO | 4 | |
| ACIONAMENTO PEDAL | 4 | MEIOS DE ACESSO PERMANENTE | 3 | |
| PROTEÇÕES FIXAS | 2 | SISTEMA DE "RESET" - REARME | 1 | |
| PROTEÇÕES MÓVEIS INTERTRAVADAS | 2 | CHAVE GERAL COM BLOQUEIO | 3 | |
| PROTEÇÕES DAS TRANSMISSÕES | 3 | SINALIZAÇÃO DOS RISCOS | 3 | |
| DISP. DE INTERBLOQUEIO | 2 | DEMARCAÇÃO DE ÁREA SEGURA | 3 | |
| DISP. DE MONITORAMENTO | 1 | ASPECTOS ERGONÔMICOS | 1 | |

Fonte: Autor (2019)

5 – Fotos da masseira, pistão e engrenagem

Fonte: Fotos retiradas pelo funcionário da Automaton (2019)

#### 3.1.1. PERIGO 01 DA MASSEIRA

Situação atual: A máquina não possui proteção na parte frontal, possui botão de emergência e não possui botão reset.

Tipo de perigo: mecânico; Origem do perigo: arestas cortantes; Consequências potenciais: arremessos, corte ou mutilação, enroscar, impacto, perfuração. As estimativas do riscos para o perigo são apresentadas a seguir.

Figura 6 - Estimativa do risco (ABNT NBR 14.153, 2013)

| | |
|---|---|
| SEVERIDADE | S2 |
| FREQUÊNCIA | F2 |
| POSSIBILIDADE DE EVITAR | P2 |
| CATEGORIA PREFERENCIAL | 4 |

HRN atual e futuro, segundo a ISO/TR 14.121-2, 2012:

HRN atual = PO x PMP x FE x NP  HRN atual = 5x15x4x1 = 300

PO = 5 (alguma chance, pode acontecer), considerando a proximidade do operador com a zona de perigo. PMP= 15 (fatalidade), considerando o dano causado pelo contato do operador com as pás em movimento. FE= 4 (em termos de hora), considerando a frequência de uso da máquina NP=1 (1-2 pessoas), considerando o número de operadores expostos.

HRN futuro = PO x PMP x FE x NP  HRN futuro = 1,5x15x4x1 = 90

PO = 1,5 (improvável), considerando a adoção das medidas de adequação solicitadas. PMP, FE e NP, permanecem com os mesmos valores e com as mesmas justificativas para o HRN Futuro.

Medidas de adequação propostas: Deve-se adotar um botão de função reset na máquina, que deverá ser acionado após a parada de emergência (NR 12).

Para as atividades de manutenção, é necessário o procedimento de bloqueio das fontes de energia, realizado por pessoal autorizado e treinado dentro dos procedimentos e normas de segurança (ABNT NBR ISO 12100:2013).

### 3.1.2. PERIGO 02 – MASSEIRA

Situação atual: A porta que dá acesso ao pistão possui sensor de intertravamento, evitando que o operador entre em contato com o pistão em movimento, após a abertura da proteção. Tipo de perigo: mecânico; Origem do perigo: elementos móveis**;** Consequências potenciais: esmagamento, impacto, perfuração, segurar ou prender, corte ou mutilação. As estimativas do risco para o perigo são apresentadas a seguir.

Figura 7 - Estimativa do risco (ABNT NBR 14.153, 2013)

| | |
|---|---|
| SEVERIDADE | S2 |
| FREQUÊNCIA | F1 |
| POSSIBILIDADE DE EVITAR | P2 |
| CATEGORIA PREFERENCIAL | 3 |

HRN atual e futuro, segundo a ISO/TR 14.121-2, 2012:

HRN atual = PO x PMP x FE x NP  HRN atual = 1´5 x 4 x 1 x 1 = 6

PO = 1,5 (improvável, embora concebível), considerando a proximidade do operador com a zona de perigo. PMP= 4 (perda de 1 ou 2 dedos das mãos/dedos dos pés), considerando o dano provocado pelo movimento do pistão. FE= 1 (mensalmente), considerando a frequência de manutenção da máquina. NP=1 (1-2 pessoas), número de pessoas que realizam a atividade.

HRN futuro = PO x PMP x FE x NP  HRN futuro = 1,5 x 4 x 1 x 1 = 6

PO = 1,5 (improvável), considerando a adoção das medidas de adequação solicitadas.

Medidas de adequação propostas: Para a atividade de manutenção é necessário o procedimento de bloqueio das fontes de energia, realizado por pessoal autorizado e treinado dentro dos procedimentos e normas de segurança (ABNT NBR ISO 12100:2013).

### 3.1.3. PERIGO 03 - MASSEIRA

Situação atual: A porta de acesso à engrenagem possui sensor de intertravamento. Tipo de perigo: mecânico; Origem do perigo: elementos rotativos; Consequências potenciais: corte ou mutilação, enroscar, fricção ou abrasão, raspagem, segurar ou prender. As estimativas do risco para o perigo 03 são apresentadas nas tabelas a seguir.

Figura 8 - Estimativa do risco (ABNT NBR 14.153, 2013)

| | |
|---|---|
| SEVERIDADE | S2 |
| FREQUÊNCIA | F1 |
| POSSIBILIDADE DE EVITAR | P2 |
| CATEGORIA PREFERENCIAL | 3 |

HRN atual e futuro, segundo a ISO/TR 14.121-2, 2012:

HRN atual = PO x PMP x FE x NP  HRN atual = 1,5 x 4 x 1 x 1 = 6

PO = 1,5 (improvável, embora concebível), considerando uma eventual energização da máquina. PMP= 4 (perda de 1 ou 2 dedos das mãos/dedos dos pés), considerando o contato das mãos do manutentor com as engrenagens em movimento. FE= 1 (mensalmente), considerando a frequência de manutenção da máquina. NP=1 (1-2 pessoas), número de pessoas que realizam a atividade.

HRN futuro = PO x PMP x FE x NP  HRN futuro = 1,5 x 4 x 1 x 1 = 6

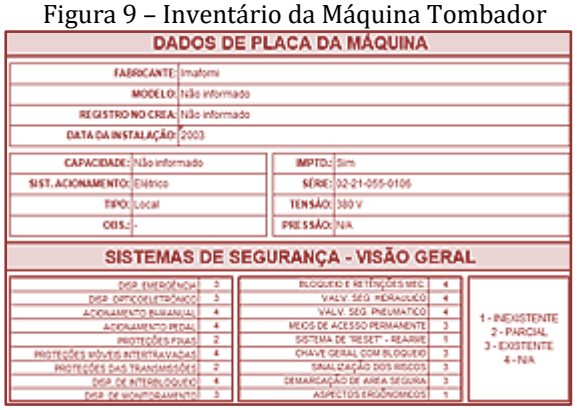
PO = 1,5 (improvável), considerando a adoção das medidas de adequação solicitadas.

Medidas de adequação propostas: Para a atividade de manutenção é necessário o procedimento de bloqueio das fontes de energia, realizado por pessoal autorizado e treinado dentro dos procedimentos e normas de segurança (ABNT NBR ISO 12100:2013).

## 3.2. TOMBADOR

Máquina responsável pela alimentação do cocho com a massa para a produção dos biscoitos. O abastecimento do cocho ocorre com o tombamento da caçamba. O operador insere o carrinho na máquina, com auxílio de paletizadora.

Figura 9 – Inventário da Máquina Tombador



DADOS DE PLACA DA MÁQUINA

| | |
|---|---|
| FABRICANTE: | Imatomi |
| MODELO: | não informado |
| REGISTRO NO CREA: | não informado |
| DATA DA INSTALAÇÃO: | 2003 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| CAPACIDADE: | Não informado | IMPTD.: | Sim |
| SIST. ACIONAMENTO: | Elétrico | SÉRIE: | 02-21-055-0106 |
| TIPO: | Local | TENSÃO: | 380 V |
| OBS.: | - | PRESSÃO: | N/A |

SISTEMAS DE SEGURANÇA - VISÃO GERAL

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| DISP. EMERGÊNCIA | 3 | BLOQUEIO E RETENÇÕES MEC. | 4 | 1 - INEXISTENTE<br>2 - PARCIAL<br>3 - EXISTENTE<br>4 - N/A |
| DISP. ÓPTICO ELETRÔNICO | 3 | VÁLV. SEG. HIDRÁULICO | 4 | |
| ACIONAMENTO BIMANUAL | 4 | VÁLV. SEG. PNEUMÁTICO | 4 | |
| ACIONAMENTO PEDAL | 4 | MEIOS DE ACESSO PERMANENTE | 3 | |
| PROTEÇÕES FIXAS | 2 | SISTEMA DE "RESET" - REARME | 1 | |
| PROTEÇÕES MÓVEIS INTERTRAVADAS | 4 | CHAVE GERAL COM BLOQUEIO | 3 | |
| PROTEÇÕES DAS TRANSMISSÕES | 2 | SINALIZAÇÃO DOS RISCOS | 3 | |
| DISP. DE INTERBLOQUEIO | 4 | DEMARCAÇÃO DE ÁREA SEGURA | 3 | |
| DISP. DE MONITORAMENTO | 3 | ASPECTOS ERGONÔMICOS | 1 | |

Fonte: Autor (2019)

Figura 10 – Fotos da máquina Tombadora

Fonte: Fotos retiradas pela Automaton (2019)

### 3. 2.1. PERIGO 01 – TOMBADOR

Situação atual: A área inferior da máquina (por onde passa o carrinho), possui uma cortina de luz com um vão de 0,40m na parte inferior, possibilitando a passagem de uma pessoa. A máquina possui botão de emergência (localizado fora da área de posicionamento do carrinho) e não possui botão reset. Tipo de perigo: Mecânico; Origem do perigo: aproximação de um elemento móvel a uma parte fixa; Consequências potenciais: esmagamento, perfuração, segurar ou prender, sufocamento.

As estimativas do risco para o perigo são apresentadas a seguir.

Figura 11 - Estimativa do risco (ABNT NBR 14.153, 2013).

| | |
|---|---|
| SEVERIDADE | S2 |
| FREQUÊNCIA | F1 |
| POSSIBILIDADE DE EVITAR | P1 |
| CATEGORIA PREFERENCIAL | 2 |

HRN atual e futuro, segundo a ISO/TR 14.121-2, 2012:

HRN atual = PO x PMP x FE x NP  HRN atual = 2 x 15 x 4 x 1 = 120

PO = 2 (possível, mas não usual), considerando um eventual posicionamento do operador sob o carrinho. PMP= 15 (fatalidade), considerando que o dano provocado pelo esmagamento do operador é fatal. FE= 4 (em termos de hora), considerando a frequência de uso da máquina. NP=1 (1-2 pessoas), número de pessoas operam a máquina.

HRN futuro = PO x PMP x FE x NP  HRN futuro = 1,5 x 15 x 4 x 1 = 90

PO = 1,5 (improvável), considerando a adoção das medidas de adequação solicitadas.

Medidas de adequação solicitadas: Deve-se adequar a localização da cortina de luz existente na máquina, a fim de evitar a probabilidade de burla por parte do operador, permitindo que o operador somente entre em contato com a zona de perigo quando a máquina estiver completamente parada (NR 12). Recomenda-se adotar um botão de emergência e um botão reset dentro da área onde fica localizado o carrinho. Todas as funções de segurança da máquina deverão ser conectadas a sistema de controle relacionado à segurança (ISO 13849-1). Para atividades de manutenção da máquina, deve ser adotado o procedimento de isolamento e dissipação de energias (ABNT NBR ISO 12.100).

## 3.3. COCHO

Máquina responsável por armazenar a massa. Através de guilhotinas, a máquina lamina e tritura a massa. A massa é recebida do Carrinho Tombador e segue para a Moldadora. As figuras a seguir apresentam o inventário e as fotos do Cocho.

Figura 12 - Inventário da máquina Cocho

DADOS DE PLACA DA MÁQUINA

| | |
|---|---|
| FABRICANTE: | Não informado |
| MODELO: | Não informado |
| REGISTRO NO CREA: | Não informado |
| DATA DA INSTALAÇÃO: | Não informado |

| | | | |
|---|---|---|---|
| CAPACIDADE: | Não informado | IMPED.: | Não informado |
| SIST. ACIONAMENTO: | Elétrico | SÉRIE: | Não informado |
| TIPO: | Local | TENSÃO: | Não informado |
| OBS.: | - | PRESSÃO: | N/A |

SISTEMAS DE SEGURANÇA - VISÃO GERAL

| | | | |
|---|---|---|---|
| DISP. EMERGÊNCIA | 3 | BLOQUEIO E RETENÇÕES MEC. | 4 |
| DISP. OPTICOELETRÔNICO | 4 | VALV. SEG. HIDRÁULICO | 4 |
| ACIONAMENTO BI-MANUAL | 4 | VALV. SEG. PNEUMÁTICO | 4 |
| ACIONAMENTO PEDAL | 4 | MEIOS DE ACESSO PERMANENTE | 4 |
| PROTEÇÕES FIXAS | 2 | SISTEMA DE "RESET" - REARME | 1 |
| PROTEÇÕES MÓVEIS INTERTRAVADAS | 3 | CHAVE GERAL COM BLOQUEIO | 3 |
| PROTEÇÕES DAS TRANSMISSÕES | 3 | SINALIZAÇÃO DOS RISCOS | 3 |
| DISP. DE INTERBLOQUEIO | 3 | DEMARCAÇÃO DE ÁREA SEGURA | 3 |
| DISP. DE MONITORAMENTO | 2 | ASPECTOS ERGONÔMICOS | 1 |

1 - INEXISTENTE
2 - PARCIAL
3 - EXISTENTE
4 - N/A

Fonte: Autor (2019)

Figura 13 – Fotos da máquina Cocho

Fonte: Fotos retiradas pela Automaton (2019)

### 3.3.1. PERIGO 01 - COCHO

Situação atual: A máquina não possui grade na saída do material, tornando vulnerável o acesso do operador à zona de perigo. A máquina possui botão de emergência e não possui reset. A tampa do cortador (guilhotina) possui sensor. Tipo de perigo: mecânico; Origem: arestas cortantes Consequências potenciais: corte ou mutilação, impacto e perfuração, segurar ou prender.

Figura 14 - Estimativa do risco (ABNT NBR 14.153, 2013)

| | |
|---|---|
| SEVERIDADE | S2 |
| FREQUÊNCIA | F1 |
| POSSIBILIDADE DE EVITAR | P2 |
| CATEGORIA PREFERENCIAL | 3 |

HRN atual e futuro, segundo a ISO/TR 14.121-2, 2012:

HRN atual = PO x PMP x FE x NP  HRN atual = 5 x 8 x 4 x 1 = 160

PO = 5 (Alguma chance, pode acontecer), considerando que o operador posicione seus braços/mãos na zona de perigo. PMP= 8 (Amputação da perna/mão), considerando o dano provocado pelo movimento da guilhotina no operador. FE= 4 (Em termos de hora), considerando que o operador realiza a atividade a cada 20 minutos. NP=1 (1-2 pessoas), número de operadores expostos.

HRN futuro = PO x PMP x FE x NP  HRN futuro = 1,5 x 8 x 4 x 1 = 48

PO = 1,5 (improvável), considerando a adoção das medidas de adequação solicitadas.

Medidas de adequação sugeridas: Recomenda-se adotar uma proteção fixa com túnel na saída da máquina, permitindo a passagem da massa e, ao mesmo tempo, impedindo o acesso do operador à guilhotina (NR 12).

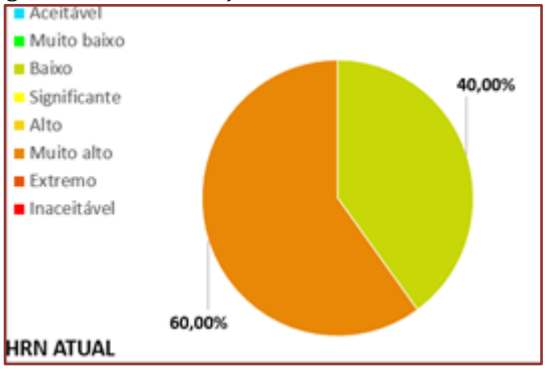
O botão de emergência na máquina dever ser conectado a um sistema de controle relacionado à segurança, a fim de que o seu acionamento provoque a parada total da máquina (ISO 13849-1, ABNT NBR 16403). Deve-se adotar botão de função reset, que deverá ser acionado após a parada de emergência (NR 12).

Para atividades de manutenção, deve ser adotado o procedimento de isolamento e dissipação de energias (ABNT NBR ISO 12.100).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

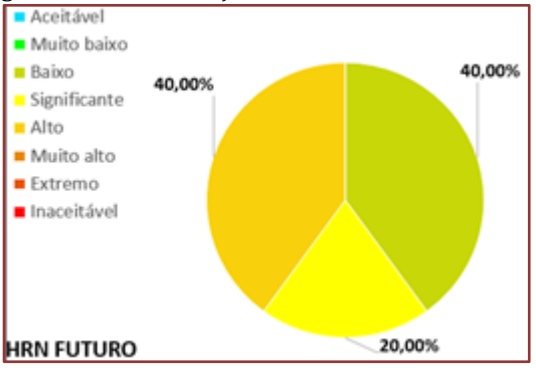
Após a obtenção dos valores dos HRN's atuais e futuros, os riscos foram classificados, conforme figuras 15 e 16 a seguir.

Figura 15 – Classificação dos riscos – HRN ATUAL




Fonte: Autor (2019)

Figura 16 – Classificação dos riscos – HRN Futuro




Fonte: Autor (2019)

Os resultados mostram que das 5 situações de perigo analisadas, 3 necessitam sofrer adequações a fim de garantir a saúde e segurança dos trabalhadores durante a operação das máquinas. O perigo 2 (perigo de contato do manutentor com o movimento do pistão) e o perigo 3 (perigo de contato do manutentor com a engrenagem) da Masseira não necessitam de medidas de adequação, visto que tais zonas de perigo já são consituidas de sistemas de segurança.

A média dos valores de HRN's atuais encontrados foi de aproximidade 86. Após as sugestões das medidas de adequação, a média dos valores (HRN's futuros) reduz para 48. As três máquinas analisadas apresentaram riscos classificados como muito alto, sendo, dessa forma, classificadas como máquinas de alta prioridade no que tange à implementação das medidas de adequação (Figura 17).

Figura 17 – Classificação Geral dos Riscos (Atual)

| MAQUINÁRIO / MÁQUINA | HRN ATUAL | | CLASSIFICAÇÃO GERAL |
|---|---|---|---|
| | Baixo | Muito alto | |
| Masseira | 02 | 01 | alta prioridade |
| Tombador | | 01 | alta prioridade |
| Cocho | | 01 | alta prioridade |

Fonte: Autor (2019)

As 3 máquinas, após a adoção das medidas de adequação, passarão a ter média prioridade (Figura 18).

Figura 18 – Classificação Geral dos Riscos (Futuro)

| MAQUINÁRIO / MÁQUINA | HRN FUTURO | | | CLASSIFICAÇÃO GERAL |
|---|---|---|---|---|
| | Baixo | Significante | Alto | |
| Masseira | 02 | | 01 | MÉDIA PRIORIDADE |
| Tombador | | | 01 | MÉDIA PRIORIDADE |
| Cocho | | 01 | | MÉDIA PRIORIDADE |

Fonte: Autor (2019)

Com a redução dos HRN's apresentados, houve a exclusão de um risco considerado muito alto. Após a adoção das medidas de adequação, as máquinas manterão os operadores expostos a níveis de riscos aceitáveis. Os sistemas de segurança das máquinas devem ser selecionados e instalados de modo a terem, no mínimo, as categorias de segurança determinadas nesta apreciação de riscos (4, 3 e 2) e estar sob a responsabilidade técnica de profissional legalmente habilitado.

## 5. CONCLUSÃO

A apreciação de riscos é o fundamento essencial para a segurança em máquinas e equipamentos. O estudo apontou as situações de perigo das máquinas e as medidas de adequação a serem adotadas para a redução dos riscos. O trabalho conclui que as 3 máquinas analisadas precisam adotar medidas de adequação. Deverão, portanto, ser realizados os projetos das novas configurações das máquinas, incluindo projeto mecânico das proteções, projeto elétrico e projeto de automação, elaborado por profissional legalmente habilitado. Após a implementação de tais medidas de segurança, deve-se realizar uma nova apreciação de riscos das máquinas, verificando-se os riscos residuais, que devem estar enquadrados em níveis aceitáveis.

A exposição dos trabalhadores à fatores de riscos laborais associados à falta de capacitação de muitos operadores de máquinas e equipamentos, refletem as negligências e omissões das

empresas quanto à prevenção e à preservação da saúde do trabalhador. Nesse sentido, a NR-12 possibilitou um avanço significativo quanto às exigências em máquinas e equipamentos, envolvendo todo o ciclo de vida útil dos mesmos. Destaca-se a importância de investir em estudos de prevenção de acidentes, a fim de evitar prejuízos financeiros para a empresa através de custos com indenização do acidentado. A elaboração da apreciação de riscos em máquinas e a implementação das medidas de adequação tornam-se importantes não só para fins de fiscalização pelo Ministério do Trabalho, mas para assegurar a saúde e segurança do trabalhador, que é o maior patrimônio de uma empresa.

## REFERÊNCIAS

[1] Almeida, Idalberto Muniz; Binder, Maria Cecilia P. Metodologia de Análise de Acidentes – Investigação de Acidentes de Trabalho. In: Combate aos Acidentes Fatais Decorrentes do Trabalho. MTE/SIT/DSST/FUNDACENTRO, 2000.

[2] ABNT NBR ISO 12.100. (2013). Associação Brasileira de Normas Técnicas. Segurança de máquinas - Princípios Gerais de Projeto - Apreciação e Redução de Riscos. Brasil.

[3] ABNT NBR 14.153. (2013). Associação Brasileira de Normas Técnicas. Segurança de máquinas - Partes de sistemas de comando relacionados à segurança - Princípios gerais para projeto. Brasil.

[4] Segurança de máquinas - Partes de sistemas de comando relacionados à segurança - Princípios gerais para projeto. Brasil.

[5] Bruyne, P.; Herman, J.; Schoutheete, M. Dinâmica da pesquisa em ciências sociais: os pólos da prática metodológica. Rio de Janeiro: F. Alves, 1977. 251 p.

[6] Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro - FIRJAN. Segurança de máquinas e equipamentos de trabalho. Disponível em: <http://www.fastautomacao.com.br/PDF/download_cartilhas_riscosmecanicosfirjan.pdf>. Último acesso em 01 Dez 2018.

[7] ISO/TR 14.121-2. (2012). International Organization for Standardization. Safety of Machinery - Risk assessment - Part 2: Practical guidance and examples of methods. Suíça.

[8] Mendes, R. et al. Máquinas e Acidentes de Trabalho. Brasília: MTE/ SIT; MPAS, 2001. 86 p. [Coleção Previdência Social; v.13].

[9] NR 12. (2016). Norma Regulamentadora nº12. Brasil. Organização Internacional do Trabalho -OIT. Melhorar a Segurança e a Saúde dos Trabalhadores Jovens. Relatório de 2018.

[10] OSTI – Provedor de solução total (2012). Disponível em: <http://www.pidindustrial.com.br/2010/modulos/arquivos/produto/anexo/278.pdf>. Acesso em 01 Dez 2018.

[11] Sá, A.C.M.G.N; Gomide, MHM; Sá, A.T.N. Acidentes de trabalho suas repercussões legais, impactos previdenciários e importância da gestão no controle e prevenção: revisão sistemática de literatura. Revista Médica de Minas Gerais. 2016.

# Capítulo 12

## *Análise do risco tipo ruído nas atividades do serralheiro*

*Amanda Niella de Souza*
*Gilmar Emanoel Silva de Oliveira*

Resumo: A Higiene Ocupacional é a ciência que se dedica à antecipação, reconhecimento, avaliação e controle dos riscos presentes no ambiente de trabalho que são capazes de comprometer a saúde do trabalhador. A segurança do trabalho tem objetivo de prevenir os acidentes originados dos diversos riscos operacionais, dentre eles riscos físicos, químicos e biológicos. Inserido na atividade serralheira, o profissional está exposto a grandes níveis de agentes físicos, principalmente ao ruído, visto que para executar as atividades fabris exige a aplicação de grande quantidade de energia. Este estudo de caso teve como finalidade propor melhorias no dia a dia dos serralheiros na prevenção de ruídos, por meio da aplicação de normas de higiene ocupacional e segurança do trabalho. Para a realização das atividades, foi criado um cronograma de medição do ruído por meio do medidor de pressão sonora em um período de 07 (sete) dias para o reconhecimento das fontes geradoras do agente. Os resultados apontaram uma média de 101,8 dB para a furadeira, 99,2 dB para a máquina policorte e 103,9 dB para a lixadeira, o que representa valores acima do tolerado pela Norma Regulamentadora – 15, permitindo assim, o apontamento de ações preventivas por meio da utilização de protetores auriculares adequados aos níveis de atenuação. Considera-se de extrema importância o aprofundamento e continuação deste estudo, visto que os trabalhadores que ficam expostos a estes riscos não possuem conhecimento mínimo sobre Higiene Ocupacional e Segurança no Trabalho.

Palavras-chave: Higiene Ocupacional; Segurança do Trabalho; Ruído; Serralheria; Prevenção.

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com Chagas, Salim e Servo (2011), o aumento significativo do número de acidentes no trabalho aconteceu durante a Revolução Industrial na Inglaterra no século XVIII. Isso foi resultado do aumento do número de máquinas utilizadas, excesso de operários em ambientes pequenos, longas jornadas de trabalho, péssimas condições de trabalho dentro das fábricas e até mesmo da utilização de trabalho infantil.

Segundo *Bureal* Internacional do Trabalho (2009), considera-se que a maioria dos trabalhadores passa oito horas por dia no ambiente de trabalho, seja ele uma fábrica, um escritório ou até mesmo uma plantação. Por conta disso, o local de trabalho deve ser seguro e saudável, portanto, não é isso que acontece na prática, visto que todos os dias os trabalhadores do mundo todo estão expostos a vários riscos para a sua saúde, como: poeiras, gases, ruídos, vibrações, etc.

A Segurança do Trabalho visa a prevenir os acidentes de trabalho oriundos dos diversos riscos operacionais presentes nos ambientes de trabalho (eletricidade, proteção de máquinas, armazenamento, entre outros). Desse modo, as medidas adotadas na prevenção dos acidentes muitas vezes minimizam a exposição aos agentes ambientais (SALIBA; LANZA, 2017).

Dados do Programa Nacional de Prevenção de Acidentes de Trabalho (2013), apontam que por dia existe uma média de 48 trabalhadores afastados do trabalho no Brasil por acidente do trabalho ou doença ocupacional. O Serviço Social da Indústria (2011) nos dá um valor de 2,8 novos casos de doenças ocupacionais a cada 1.000 trabalhadores, no setor metal mecânico.

Segundo a CIPA (2019), em 2017 no Brasil houveram 366 casos de perda auditiva por exposição ao ruído, 344 com Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT) e 22 sem. Tendo em vista estes dados, o campo da indústria serralheira se torna adequado para um estudo de caso em relação aos riscos físicos, em especial ao ruído.

É notório que os riscos de acidentes causam efeitos diretos sobre a vida do trabalhador que ali atua. Saliba (2017) defende que a perda de audição por conta de exposição a níveis altos de ruídos pode ser temporária ou permanente. Quando temporária, o trabalhador consegue uma recuperação gradativa de sua audição, e, quando a surdez é permanente é irreversível. Com todos estes prejuízos causados à saúde do serralheiro, é de suma importância o reconhecimento destas fontes geradoras para que tornem possíveis as medidas de prevenção de acidentes no ambiente de trabalho. O presente estudo de caso buscou conhecer os riscos físicos, em especial o ruído, numa serralheria de pequeno porte localizada na cidade de Cruz das Almas – BA.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. HIGIENE OCUPACIONAL

A Higiene Ocupacional tem a finalidade de reconhecer, avaliar e controlar os fatores de risco ambientais presentes no ambiente de trabalho, levando-se em conta o meio ambiente e os recursos naturais (SALIBA; LANZA, 2017). De acordo com a Fundacentro (2001), a Higiene Ocupacional possui caráter principalmente preventivo, visto que as suas ações se fundamentam principalmente na prevenção da exposição e em estudos epidemiológicos prospectivos, apontam-se as exposições ao longo do tempo para que seja possível relacionar a exposição ocupacional e o efeito sobre a saúde.

### 2.2. NORMA DE HIGIENE OCUPACIONAL 01 (NHO 01)

Segundo FUNDACENTRO (2001), a NHO é uma Norma Técnica que determina os critérios e procedimentos para tornar possível a avaliação da exposição ocupacional ao ruído que cause risco de surdez ocupacional. A Norma aplica-se à exposição ocupacional a ruído contínuo ou intermitente e ruído de impacto, em quaisquer situações de trabalho, contudo não está voltada para a caracterização das condições de conforto acústico (FUNDACENTRO, 2001).

## 2.3. NORMAS REGULAMENTADORAS (NRS)

As Normas Regulamentadoras – NR'S são elaboradas pelo Ministério do Trabalho que possuem o papel de orientar e regulamentar processos relacionados à segurança e medicina do trabalho, são de observância obrigatória pelas empresas privadas e públicas e pelos órgãos públicos da administração direta e indireta, bem como pelos órgãos dos Poderes Legislativo e Judiciário, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2015).

Existem 36 NR'S que são divididas de acordo com as áreas de trabalho. No presente estudo, podemos destacar: NR 6 – Equipamento de Proteção Individual (EPI): é considerado EPI qualquer produto, utilizado de maneira individual pelo trabalhador, que possui o objetivo de protegê-lo de possíveis riscos no trabalho. NR 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA): antecipa e reconhece o controle da ocorrência de riscos ambientais existentes no ambiente de trabalho de maneira que preserve a saúde do trabalhador. NR 15 – Atividades e Operações Insalubres: define limites de tolerância (máximos e mínimos) relacionados com a natureza e o tempo de exposição do trabalhador de maneira que não cause danos à sua saúde.

## 2.4. RISCOS FÍSICOS

Os agentes físicos são as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, como ruído, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, pressões anormais, vibrações, infrassom e ultrassom (BRASIL; 1978a).

### 2.4.1. RUÍDO

Segundo Saliba e Lanza (2017), o ruído pode ser definido como um som indesejável, um fenômeno físico vibratório com características de variações de pressão (no caso ar) em função da frequência, ou seja, para uma certa frequência podem existir variações de diferentes pressões.

### 2.4.2. RUÍDO CONTÍNUO E INTERMITENTE

A NR-15 considera ruído contínuo ou intermitente aquele que não seja ruído de impacto. O ruído contínuo é o que permanece estável com variações máximas de 3 a 5 dB(A) durante um longo período. Já o ruído intermitente é um ruído com variações, maiores ou menores de intensidade em períodos muito curtos (GABAS, 2011).

### 2.4.3. RUÍDO DE IMPACTO

O ruído de impacto apresenta picos com duração menor de 1 (um) segundo, intervalos superiores a 1 (um) segundo (GABAS, 2011).

### 2.4.4. ESPECTRO AUDÍVEL

Ainda segundo Gabas (2011), o espectro audível humano vai de 20 Hz até 20.000 Hz de frequência e de aproximadamente 0 dB até 120 dB de intensidade.

### 2.4.5. NÍVEL DE PRESSÃO SONORA (NPS)

O nível de pressão sonora determina a intensidade do som e representa a relação do logaritmo entre a variação da pressão (P) provocada pela vibração e a pressão que atinge o limiar de audibilidade. Quando a pressão sonora atinge o valor de 200 $N/m^2$, a pessoa exposta começa a sentir dor no ouvido (limiar da dor) e esse valor corresponde a 140 dB (SALIBA; LANZA, 2017).

## 2.5. SEGURANÇA DO TRABALHO NAS SERRALHEIRAS

Segundo Stener (2018), podemos considerar as serralherias como uma pequena projeção de uma metalúrgica, onde é feita a produção de materiais metálicos em grande escala. De acordo com Gomes e Ruppenthal (2002), os profissionais da soldagem com eletrodo revestido, na maioria das vezes, não possuem formação técnica, desta maneira, atuam com o conhecimento adquirido na prática. Com isso, não são atentos a Segurança e Higiene Ocupacional.

Afirma Gomes e Ruppenthal (2002), sobre a necessidade que os serralheiros têm de orientação quanto aos riscos que podem estar expostos diariamente, tais como: os riscos ergonômicos, os riscos relacionados aos gases de solda, os riscos quanto a choque elétrico, os riscos devido a partículas, os riscos relacionados a temperaturas extremas e os riscos ocupacionais devido aos ruídos. Corroborando com Stener (2018), que afirma que no ambiente serralheiro o trabalhador fica exposto a ruídos, agentes químicos, condições de ergonomia inadequadas e com isso, risco de acidentes e efeitos na sua saúde a longo prazo.

## 3. METODOLOGIA

A metodologia escolhida para o presente trabalho foi o estudo de caso. Fez-se a abordagem dos conceitos da Higiene Ocupacional em uma serralheria de pequeno porte, na cidade de Cruz das Almas, a qual expõe os trabalhadores a diversos riscos, em sua grande maioria riscos físicos. Executa atividades de fabricação, montagem e consertos de estruturas metálicas, cumprindo as etapas de corte, dobra, solda, esmerilhamento e pintura contra oxidação. O funcionamento da mesma ocorre de segunda a sexta-feira, das 07h e 30min às 11h e 30min e das 13h 00min às 17h e 00min. No sábado funciona no turno da manhã.

### 3.1. MÉTODOS

#### 3.1.1. RECONHECIMENTO DOS RUÍDOS

Para tornar possível o reconhecimento das fontes geradoras de ruído, foram realizadas visitas à empresa durante 07 (sete) dias, de maneira que não afetasse o cotidiano e ritmo de trabalho dos trabalhadores. Foram feitos também registros fotográficos e algumas conversas com os mesmos sobre o seu dia-a-dia.

Segundo a NR-9, no item 9.3.3 é necessário que o reconhecimento dos riscos possua, quando possíveis de aplicar:

a) a sua identificação;

b) a determinação e localização das possíveis fontes geradoras;

c) a identificação das possíveis trajetórias e dos meios de propagação dos agentes no ambiente de trabalho;

d) a identificação das funções e determinação do número de trabalhadores expostos;

e) a caracterização das atividades e do tipo de exposição;

f) a obtenção de dados existentes na empresa, indicativos de possível comprometimento da saúde decorrente do trabalho;

g) os possíveis danos à saúde relacionados aos riscos identificados, disponíveis na literatura técnica;

h) a descrição das medidas de controle já existentes.

#### 3.1.2. AVALIAÇÃO DOS RUÍDOS

As avaliações foram realizadas de acordo com o que é estabelecido pela NHO 01, com a finalidade de caracterizar a exposição ao ruído e caracterização da insalubridade. Foram realizadas medições durante 07 dias no ambiente de estudo para ruído contínuo e intermitente. A própria autora fez as avaliações e não interferiu nem nas condições de trabalho nem na rotina dos trabalhadores.

De acordo com a norma técnica NHO 01, os tempos de duração para medição deste tipo de ruído ficam a critério do próprio avaliador. Ainda seguindo a NHO 01, a avaliação do ruído intermitente deve ser feita com a utilização de medidores integradores de uso pessoal, fixos no trabalhador.

Na indisponibilidade destes equipamentos, a norma oferece procedimentos alternativos para outros tipos de medidores integradores ou medidores de leitura instantânea (Figura 1), não fixados no trabalhados, que poderão ser utilizados na avaliação de determinadas situações de exposição ocupacional (FUNDACENTRO, 2001).

Figura 1 – Decibelímetro DEC-460 Instrutherm

Fonte: Instrutherm.

### 3.1.3. CALIBRADOR ACÚSTICO

De acordo com a NHO 01, os calibradores devem ser, de preferência, da mesma marca do medidor e que permita a conexão adequada entre o microfone e o calibrador. De maneira satisfatória, a calibração foi feita com o calibrador CAL-3000 da Instrutherm (Figura 2) que inclusive é da mesma marca do medidor de NPS.

A Norma de Higiene Ocupacional 01 defende que tanto os medidores quanto os calibradores devem ser certificados pelo fabricante ou assistência autorizada. Portanto, no presente estudo de caso, os equipamentos foram aferidos pela empresa especializada.

Figura 2 – Calibrador acústico CAL-3000 Instrutherm

Fonte: Instrutherm

### 3.1.4. PROPOSTAS DE MEDIDAS PARA CONTROLAR OS RUÍDOS

Após todas as avaliações dos ruídos contínuo e intermitente, a NR-9 propõe uma hierarquia a tomar medidas que controlem os níveis de ruído. A ordem proposta é de medidas administrativas, coletivas e individuais.

## 4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1. RESULTADOS DO RECONHECIMENTO DOS RUÍDOS

Foi definido apenas um GHE – grupo exposto à ruídos contínuo e intermitente. Os dois funcionários que o compõe, atuam como serralheiro e soldador. Para cada dia de análise foram feitas 10 (dez) medições e por fim tiradas suas médias para que pudesse ser feita a comparação com as normas. As medições estão dispostas nos Apêndices A, B e C. A Figura 3 apresenta os dados medidos no uso da furadeira.

Figura 3 - Nível de ruído e tempo de exposição na utilização da furadeira

| FURADEIRA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| MEDIÇÕES | DATA | NIVEL DE RUÍDO ENCONTRADO (dB) | TEMPO DE EXPOSIÇÃO | TEMPO DE PERMISSÍVEL NR-15 | NIVEL DE RUÍDO PERMITIDO (dB) |
| 1 | 27/11/2018 | 110.5 | 30 min | 10 min | 105.0 |

Fonte: Próprio autor

A medição do nível de ruído gerado pela furadeira foi realizada em apenas um dia, pelo fato de a serralheria em estudo não possuir uma rotina de trabalho fixa. Portanto, na Figura 3 está presente, juntamente com a data exata da medição, a média do nível de ruído encontrado e o tempo de exposição do funcionário àquela máquina durante a utilização do equipamento, nele está sendo considerado o tempo de descanso. Na coluna "Tempo Permissível NR-15" está o tempo que a norma considera seguro para o nível de ruído medido, e, na coluna "Nível de Ruído Permitido (dB)" está disposto o nível que a NR-15 afirma ser o ideal para o tempo de exposição medido.

Durante a utilização da furadeira foi visto que para o nível de ruído medido de 110.5 dB, segundo a norma, o tempo máximo permissível para que o trabalhador fique exposto a esse agente é de 10 min. O que torna a situação em análise insalubre, já que o operador ficou exposto a este nível durante 30 min e, para esse tempo de exposição o seguro seria um nível de ruído de até no máximo 105.0 dB.

Para a medição do nível de ruído gerado durante a execução de atividades em que se utiliza a lixadeira foram feitas 5 (cinco) medições em dias diferentes. Na Figura 4 estão dispostas as médias de níveis de ruído encontrados durante as medições com seus respectivos tempos de exposição.

Figura 4 - Nível de ruído e tempo de exposição na utilização da lixadeira

| LIXADEIRA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| MEDIÇÕES | DATA | NIVEL DE RUÍDO ENCONTRADO (dB) | TEMPO DE EXPOSIÇÃO | TEMPO PERMISSIVEL NR-15 | NIVEL DE RUÍDO PERMITIDO (dB) |
| 1 | 27/11/2018 | 104.9 | 120 min | 30 min | 95.0 |
| 2 | 28/11/2018 | 101.6 | 60 min | 45 min | 100.0 |
| 3 | 30/11/2018 | 104.0 | 120 min | 35 min | 95.0 |
| 4 | 12/12/2018 | 106.5 | 90 min | 20 min | 96.0 |
| 5 | 13/12/2018 | 103.5 | 80 min | 35 min | 98.0 |

Fonte: Próprio autor

A coluna " Tempo Permissível NR-15" nos dá o tempo em que a norma garante que seja seguro para o nível de ruído encontrado e, na coluna " Nível de Ruído Permitido (dB)" se encontra o nível máximo de ruído proposto pela NR-15 para que o funcionário fique exposto dentro daquele tempo de exposição medido.

Dessa forma, tomando como exemplo a medição 1 que foi feita no dia 27/11/2018, a média de nível de ruído encontrado foi de 104.9 dB durante um tempo de 120 min de exposição, tempo o qual está muito acima do estipulado pela NR-15 que é de 30 min. Da mesma maneira que para o tempo de exposição medido, o nível de máximo de ruído que o operador pode ficar exposto é de até 95.0 dB. O que torna a atividade insalubre.

Analisando a Figura 5 de maneira análoga às Figuras 3 e 4, e, tomando como exemplo a medição 3 realizada no dia 29/11/2018, foi encontrada uma média de nível de ruído 98.4 dB com um tempo de exposição de 120 min, tempo que representa o dobro do permitido pela NR-15 que é 60 min. De mesmo modo, para o tempo de exposição medido a norma permite que o operador fique exposto a até 95.0 dB. Tornando também, a utilização da máquina policorte no campo estudado, insalubre.

Figura 5 - Nível de ruído e tempo de exposição na utilização da máquina policorte

| POLICORTE | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| MEDIÇÕES | DATA | NIVEL DE RUÍDO ENCONTRADO (dB) | TEMPO DE EXPOSIÇÃO | TEMPO PERMISSIVEL NR-15 | NIVEL DE RUÍDO PERMITIDO (dB) |
| 1 | 27/11/2018 | 96.8 | 90 min | 135 min | 96.0 |
| 2 | 28/11/2018 | 94.7 | 120 min | 120 min | 95.0 |
| 3 | 29/11/2018 | 98.4 | 120 min | 60 min | 95.0 |
| 4 | 30/11/2018 | 96.8 | 60 min | 135 min | 100.0 |
| 5 | 01/12/2018 | 96.2 | 150 min | 135 min | 93.0 |
| 6 | 13/12/2018 | 97.4 | 180 min | 135 min | 92.0 |

Fonte: Próprio autor

As Figuras 6, 7 e 8 evidenciam os funcionários na operação das máquinas em operação.

Figura 6 - Lixadeira em operação

Fonte: Próprio autor

Figura 7 - Polilcorte em operação

Fonte: Próprio autor

Figura 8 - Furadeira em operação

Fonte: Próprio autor

Com as visitas, foi visto que os serralheiros não utilizam o EPI's necessários. Logo, coube ao presente estudo de caso, conscientizá-los sobre a importância da utilização dos protetores e, com base nos resultados e nas normas julgar o tipo de protetor auricular que compreende as necessidades da execução de cada atividade.

## 4.2. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DOS RUÍDOS

O valor da dose de ruído foi calculado de acordo com o fator de duplicação da NHO 01 (q=3). Com os valores dispostos nas Figuras 3,4 e 5 e consegue-se obter o valor da dose de ruído contínuo ou intermitente emitido pelas três máquinas analisadas.

### 4.3. RESULTADOS DA EMISSÃO DE RUÍDO DA FURADEIRA

O valor da dose de ruído para o uso da furadeira foi de D = 300%. Este valor representa para um período de 30 min de exposição. Com o valor da dose podemos conseguir o nível equivalente. Para tornar isto possível, utilizamos a equação:

$$L_{eq} = 10\ x \log\left(\frac{480\ x\ D}{TE\ x\ 100}\right) + 85$$

Para uma jornada de 8 horas diárias,foi encontrado o nível equivalente de $L_{eq}$ =´101,8 dB (A).

Visto que a empresa possui jornada de trabalho de 8 horas diárias, não é necessário calcular o NEN, já que para esse tipo de jornada o NEN = NE = $L_{eq}$.

De acordo com a NHO 01, Anexo A, podemos observar que o tempo máximo diário permissível para exposição a 102,0 dB (A), que é o número inteiro seguinte, é de aproximadamente 10 min. Portanto, nota-se que para esta atividade, o trabalhador está exposto a um nível acima tolerado pela norma.

### 4.4. RESULTADOS DA EMISSÃO DE RUÍDO DA POLICORTE

A dose de ruído encontrada para a utilização da máquina policorte foi de D = 655%, representado a um período de 120 min. De maneira semelhante a anterior, aplicando a equação

$$L_{eq} = 10\ x \log\left(\frac{480\ x\ D}{TE\ x\ 100}\right) + 85$$ foi encontrado o nível equivalente $L_{eq}$ = 99,2 dB (A)

Analisando o Anexo A o tempo máximo permissível de exposição para 100,0 dB(A) é de 15 min. O que evidencia um nível de exposição ao ruído por tempo muito maior do que o tolerado.

### 4.5. RESULTADOS DA EMISSÃO DE RUÍDO DA MÁQUINA LIXADEIRA

Repetindo o procedimento para a lixadeira em operação, obtivemos o valor da dose de D = 1550 % para uma exposição de 94 min que resulta em torno de 2h e 40 min. Isso representa um valor muito acima do tolerado que é de 100%. Fazendo novamente o procedimento para encontrar o nível equivalente, encontrou-se $L_{eq}$ = 103,9 dB (A). Ao buscarmos o Anexo A novamente, constata-se que o tempo máximo permitido para esse nível é de aproximadamente 6 min. Os resultados encontrados nos mostram que os níveis de exposição estão muito acima do que a NHO 01 determina como seguro para o trabalhador.

## 5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE CONTROLE

Visto que após todas as análises e resultados, a serralheria em estudo necessita de orientação quanto aos níveis de ruído os quais estão expostos. Dessa forma, seguindo a NR-9, como medidas administrativas deve-se reduzir o uso das fontes de energia de maneira que diminua o tempo de exposição. Como proposta de medida de controle coletiva não é viável, já que se precisa de resoluções de curto prazo.

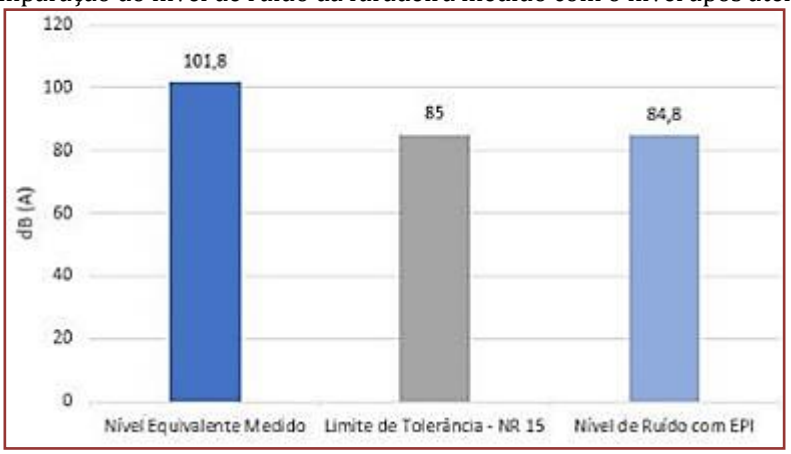
Para as medidas que para o caso são mais eficazes, as medidas de controle individuais. Essas medidas podem ser o revezamento entre atividades e os EPIs que propõem diferentes tipos de protetores auriculares para cada atividade. O protetor auricular mais indicado para quando o serralheiro estiver operando a furadeira, é o protetor do tipo concha, como exemplo tem-se o *Ark Plus* da marca *Kalipso* (Figura 9) o qual, segundo especificações do fabricante, possui diminuição do ruído de 17 dB.

Figura 9 - Protetor auricular *Ark Plus*

Fonte: Kalipso

É possível visualizar na Figura 10 os valores do nível de ruído equivalente medido, o limite de tolerância determinado pela Norma Regulamentadora – 15 e o nível de ruído com atenuação do protetor auricular.

Figura 10- Comparação do nível de ruído da furadeira medido com o nível após atenuação do EPI




Fonte: Próprio autor

Quando o trabalhador estiver exposto a ruídos emitidos através de equipamentos como a máquina policorte, que emite um nível de 99,2 db (A), é indicado que seja utilizado um protetor auricular do tipo *Prix* Silicone CA29847 (Figura 11) da fabricante *Dystray*, a qual, em suas especificações, garante uma atenuação do ruído em até 15 dB.

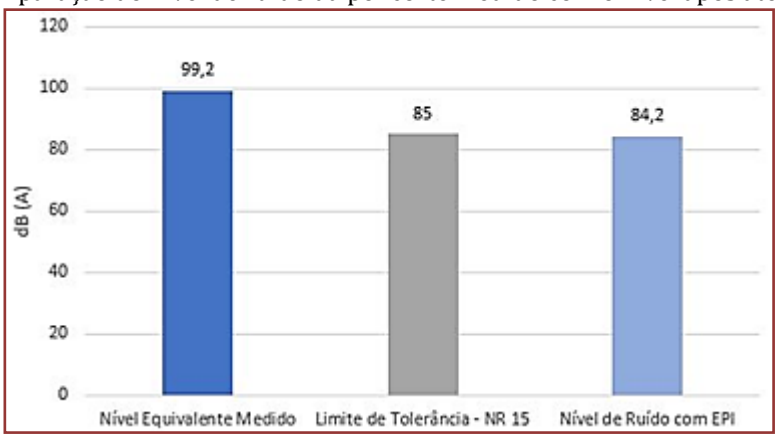
Figura 11 - Protetor auricular *Prix* Silicone CA29847

Fonte: Dystray



Na Figura 12 podemos analisar os dados de forma análoga a Figura 10. Comparando os valores de ruído medido, limite de tolerância determinado pela NR – 15 e com atenuação do protetor auditivo.

Figura 12- Comparação do nível de ruído da policorte medido com o nível após atenuação do EPI




Fonte: Próprio autor

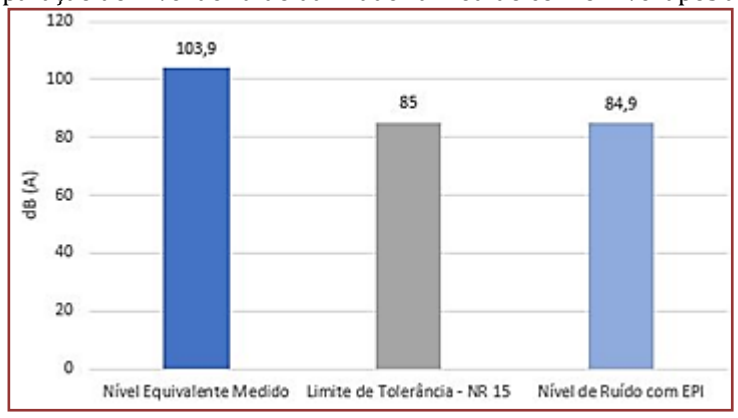
Por fim, recomenda-se o protetor auricular tipo concha da empresa 3M (Figura 13) para atividades em que se utilize a lixadeira, visto que das três atividades é a que produz maior nível de ruído e o protetor proposto possui atenuação NRRsf 19 dB.

Figura 13 - Protetor auricular tipo concha

Fonte: 3M

Pode-se analisar na Figura 14 a comparação entre os níveis de ruído medido, limite de tolerância adotado pela NR – 15 e o nível de ruído com atenuação do protetor auricular escolhido para ser usado quando o serralheiro for operar a lixadeira.

Figura 14 - Comparação do nível de ruído da lixadeira medido com o nível após atenuação do EPI




Fonte: Próprio autor

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos objetivos presentes no estudo de caso, desenvolveu-se o reconhecimento e análise dos níveis de ruído presentes na serralheria. Dessa forma, tornou-se possível a comparação dos valores obtidos com as Normas de Higiene Ocupacional e Segurança do Trabalho.

Em um ambiente o qual não existem políticas de prevenção, como é o caso do campo de estudo deste trabalho, o estudo de caso promove melhorias como formas de conscientização, alarme e prevenção sobre os agentes. Durante todas as análises de dados foi observado que os serralheiros estão expostos diariamente a níveis de ruído e tempo de exposição muito acima do tolerado pelas normas. Assim, os serralheiros foram orientados a utilizarem os EPIs indicados para cada atividade específica de maneira a reduzir os danos à saúde.

Conclui-se que essas pessoas não possuem conhecimento algum sobre Higiene Ocupacional e Segurança do Trabalho e nós, estudantes e professores, enquanto Universidade devemos nos preocupar com isso não só elaborando palestras com o objetivo de orientar e capacitar essas pessoas, como também fazer mais trabalhos de pesquisa nessa área afim de orientar e buscar melhorias na vida dos serralheiros. E, não se pode esquecer também da existência de órgãos fiscalizadores, tais como: Ministério do Trabalho e CREA (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia) que possuem as funções de conscientizar e fiscalizar as práticas profissionais.

## REFERÊNCIAS

[1] Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. Brasília, 1978a. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/index.php/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras>. Acesso em 13 nov. 2018.

[2] Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 15 - Atividades e operações insalubres. Brasília, 1978c. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/index.php/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras>. Acesso em 13 nov. 2018.

[3] Bureau Internacional do Trabalho. Introdução à saúde e segurança no trabalho. Genebra, 2009.

[4] Chagas, Ana Maria de Resende; SALIM, Celso Amorim; Servo, Luciana Mendes Santos. Saúde e segurança no trabalho no Brasil: aspectos institucionais, sistemas de informação e indicadores. 2011.

[5] Fundacentro. Norma de Higiene Ocupacional – NHO 01: Procedimento Técnico - Avaliação da exposição ocupacional ao ruído. [S.l.]. 2001. 37 p.

[6] Perda auditiva por exposição a ruído é um dos maiores riscos ocupacionais. Revista CIPA, São Paulo, Ano 41, Nº 472, janeiro-2019.

[7] Saliba, Tuffi Messias; Lanza, Maria Beatriz de Freitas. Manual Prático de Higiene Ocupacional e PPRA. 8. ed. São Paulo: Ltr, 2017.

[8] Serviço Social da Indústria. Panorama em Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria: Brasil e Unidades da Federação 2004: setor de metalurgia básica (CNAE 27) e metal mecânica (CNAE 28, 29, 34 E 35). Brasília: SESI/DN, 2011. 198 p.

[9] Trabalho, Programa Nacional de Prevenção de Acidentes de. Acidentes de Trabalho no Brasil. Disponível em: <http://www.tst.jus.br/web/trabalhoseguro/dados-nacionais>. Acesso em: 14 jan. 2019.

## ANEXOS

Anexo A- Tempo máximo diário de exposição permissível em função do nível de ruído

| Nível de ruído dB (A) | Tempo máximo diário permissível (Tn) (minutos) |
|---|---|
| 80 | 1.523,90 |
| 81 | 1.209,52 |
| 82 | 960 |
| 83 | 761,95 |
| 84 | 604,76 |
| 85 | 480 |
| 86 | 380,97 |
| 87 | 302,38 |
| 88 | 240 |
| 89 | 190,48 |
| 90 | 151,19 |
| 91 | 120 |
| 92 | 95,24 |
| 93 | 75,59 |
| 94 | 60 |
| 95 | 47,62 |
| 96 | 37,79 |
| 97 | 30 |
| 98 | 23,81 |
| 99 | 18,89 |
| 100 | 15 |
| 101 | 11,9 |
| 102 | 9,44 |
| 103 | 7,5 |
| 104 | 5,95 |
| 105 | 4,72 |
| 106 | 3,75 |
| 107 | 2,97 |
| 108 | 2,36 |
| 109 | 1,87 |
| 110 | 1,48 |
| 111 | 1,18 |
| 112 | 0,93 |
| 113 | 0,74 |
| 114 | 0,59 |
| 115 | 0,46 |

Fonte: Fundacentro (2001)

ANEXO B – Medições de níveis de ruídos da furadeira

| 27/11/2018 | |
|---|---|
| MEDIÇÕES | NPS (dB) |
| 1 | 110.0 |
| 2 | 110.5 |
| 3 | 110.0 |
| 4 | 112.0 |
| 5 | 110.0 |
| 6 | 110.5 |
| 7 | 111.0 |
| 8 | 110.5 |
| 9 | 110.0 |
| 10 | 110.5 |
| Média | 110.5 |
| Tempo de medição | |
| 30 min | |

Fonte: Próprio autor

ANEXO C – Medições de nível de ruído da lixadeira

| MEDIÇÕES | 27/11/2018 | 28/11/2018 | 30/11/2018 NPS (dB) | 12/12/2018 | 13/12/2018 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 104.9 | 102.0 | 103.0 | 107.0 | 102.0 |
| 2 | 105.0 | 101.2 | 105.0 | 106.0 | 104.5 |
| 3 | 104.8 | 101.6 | 103.5 | 106.3 | 103.5 |
| 4 | 104.5 | 101.2 | 104.5 | 106.7 | 103.0 |
| 5 | 105.3 | 101.8 | 105.0 | 106.5 | 104.4 |
| 6 | 104.7 | 101.6 | 104.0 | 106.5 | 103.3 |
| 7 | 105.1 | 100.2 | 103.0 | 106.4 | 103.7 |
| 8 | 105.2 | 103.2 | 103.6 | 106.5 | 103.2 |
| 9 | 104.6 | 101.6 | 104.4 | 106.6 | 103.6 |
| 10 | 104.9 | 101.6 | 104.0 | 106.5 | 103.8 |
| **Média** | 104.9 | 101.6 | 104.0 | 106.5 | 103.5 |
| **Tempo de medição** | | | | | |
| | 120 min | 60 min | 120 min | 90 min | 80 min |

Fonte: Próprio autor

ANEXO D – Medições de nível de ruído da máquina policorte

| MEDIÇÕES | 27/11/2018 | 28/11/2018 | 29/11/2018 | 30/11/2018 | 01/12/2018 | 13/12/2018 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | NPS (dB) | | | |
| 1 | 96.4 | 94.4 | 97.0 | 96.8 | 96.0 | 97.4 |
| 2 | 96.3 | 95.0 | 98.4 | 97.2 | 96.4 | 97.3 |
| 3 | 97.2 | 94.7 | 99.4 | 96.6 | 96.6 | 97.3 |
| 4 | 97.3 | 94.0 | 98.0 | 97.2 | 96.2 | 97.6 |
| 5 | 96.8 | 95.4 | 98.8 | 96.6 | 95.8 | 97.4 |
| 6 | 97.0 | 94.3 | 98.5 | 96.4 | 96.2 | 97.2 |
| 7 | 96.8 | 95.1 | 98.6 | 96.8 | 96.3 | 97.2 |
| 8 | 96.6 | 94.5 | 98.4 | 96.8 | 96.3 | 97.8 |
| 9 | 96.7 | 94.9 | 98.4 | 98.8 | 96.0 | 97.4 |
| 10 | 96.9 | 94.7 | 98.5 | 96.8 | 96.2 | 97.4 |
| **Média** | 96.8 | 94.7 | 98.4 | 96.8 | 92.5 | 97.4 |
| **Tempo de medição** | | | | | | |
| | 90 min | 120 min | 120 min | 60 min | 150 min | 180 min |

Fonte: Próprio autor

# Capítulo 13

## *Simulação do processo de dimensionamento da capacidade operacional de carregamento em uma base de distribuição de combustíveis*

*Rafael Ferreira Almeida*
*Hellen Dianne Pereira de Souza*

Resumo: Este artigo tem como objetivo demonstrar como a modelagem e simulação de eventos discretos pode auxiliar ao dimensionamento das baias de carregamento de combustíveis claros em uma base de distribuição. A pesquisa foi realizada em uma base específica na cidade do Rio de Janeiro e buscou entender os critérios de alocação da infraestrutura operacional para atendimento à demanda do mercado. O trabalho se baseou em metodologia de estudo de caso, com coleta de dados dos tempos das etapas do processo de carregamento e da frequência de chegada dos caminhões tanque, através de sistema de gestão próprio da empresa, para identificar a melhor configuração da utilização dos recursos através da análise de cenários. Um dimensionamento adequado da capacidade de abastecimento gera menores filas na base, redução dos custos logísticos e evita a ruptura de estoque, gerando melhor nível de serviço ao motorista, que reduz seu tempo de permanência na base.

Palavras chave: Processos, Simulação, Arena.

## 1. INTRODUÇÃO

Formada por um conjunto de técnicas, a pesquisa operacional (PO) tem como objetivo apresentar uma solução ótima viável para um determinado problema. Algumas das técnicas que compõem e auxiliam a formular a melhor solução possível são a teoria das filas, teoria de estoque, simulação, programação dinâmica e teoria dos jogos, por exemplo, que podem ser ramificadas entre analíticas e computacionais, sendo aplicadas de acordo com a necessidade de cada problema e da quantidade e disponibilidade de dados que foram gerados. As inserções da pesquisa operacional, principalmente da simulação, através de seus softwares, ocasionam mudanças constantes na maneira como são executados cada processo, a fim de obter maiores lucros sem gerar custos adicionais às empresas.

A utilização da simulação possibilita o trabalho com muitos dados, que são gerados a partir de cada processo, podendo assim aumentar ou diminuir a produção de acordo com o resultado gerado pelos cenários analisados pelos programas, onde os dados e as restrições foram incorporados, em conformidade com as necessidades de cada organização. A simulação e modelagem dessas informações viabiliza a redução dos custos operacionais, pois promove a melhoria contínua do sistema, permitindo formular estratégias que promoverão ganhos futuros para a empresa, com base nas informações obtidas através dos softwares utilizados para realizar as simulações e adequado tratamento e análise dos resultados gerados para o modelo estudado.

Considerando a relevância do tema abordado por este trabalho, o presente artigo tem como problema de pesquisa a aplicação de simulação computacional, para mensurar a utilização de recursos produtivos em bases de distribuição de combustíveis. Tal questionamento há de requerer tanto uma revisão bibliográfica, quanto a utilização de mecanismos de observação e coleta de informações, capazes de permitir que a temática investigada atinja o objetivo geral da pesquisa, que é utilizar a modelagem e simulação de eventos discretos, por meio do software ARENA®, para determinar o dimensionamento (quanto ao número de baias de carregamento necessárias para atendimento à demanda) da capacidade operacional de uma base de distribuição de combustíveis, localizada na cidade do Rio de Janeiro.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Para que o presente artigo atinja seus propósitos, é necessário que se faça uma contextualização acerca das teorias e materiais publicados existentes, cujo propósito será o de dar consistência técnica-científica a este trabalho. Neste sentido, é requerido uma abordagem aos seguintes temas: as atividades logísticas nas organizações; e modelagem e simulação de processos que, entende-se, ser o caminho para a análise do problema suscitado neste artigo.

### 2.1 AS ATIVIDADES LOGÍSTICAS NAS ORGANIZAÇÕES

Para Gonçalves (2013), a logística começou a ter significância para as empresas após o fim da Segunda Guerra Mundial, onde foram incorporados pelas indústrias muitas tecnologias e novos métodos desenvolvidos pelos militares. Conforme foi ocorrendo a reconstrução das cidades, as pessoas também se beneficiaram com os conhecimentos adquiridos no decorrer da guerra e, portanto, tornaram-se cada vez mais exigentes com os produtos ofertados. As indústrias, percebendo a explosão do mercado decorrente do aumento populacional, incorporaram para dentro das organizações os métodos que antes somente os militares usavam, anexando essencialmente a logística à estrutura empresarial.

Segundo Ballou (2006), a logística assumiu um papel importante para o desenvolvimento empresarial de uma organização, tendo em vista a necessidade de que a distribuição e o fornecimento de materiais sejam feitos de forma veloz para atender à alta demanda. A logística está envolvida em operações como o transporte, estoque e comunicação, que são atividades projetadas antes mesmo de haver alguma movimentação empresarial no local. E para que uma organização possa atender às exigências dos pedidos, elabora-se um planejamento minucioso, que possibilite atender à toda demanda, mantendo a qualidade do produto ou serviço ofertado ao mercado.

A logística é constituída de três operações principais, que demandam um custo maior e são imprescindíveis para a execução das atividades empresariais. Segundo Ballou (2006), o transporte é a operação que executa o translado de materiais entre fábricas ou entre fábricas e cliente final.

A manutenção de estoque requer a estruturação de níveis de estoque e estoque de segurança para ter disponíveis produtos para atender a demanda. Já com relação ao processamento de pedidos, entende-se como a recepção e análise das requisições feitas pelos clientes, a transformação e expedição dos componentes dos pedidos.

Conforme Morais (2015), quando se refere a logística, compreende-se um conjunto de atividades que se estendem do fornecedor, que realiza o processamento da matéria-prima bruta, passa pela indústria de transformação que vai modelar a matéria-prima bruta em um produto com características requisitadas pelo mercado e alcança o cliente final, propiciando também o fluxo de informação que movimenta o produto, objetivando providenciar um padrão de serviço adequado a um custo viável.

Segundo Ballou (2006), a logística ocupa uma posição estratégica nas organizações, pois encontra-se estabelecida entre o marketing e a produção. Devido à impossibilidade de tratar individualmente de cada um sem entrar no mérito de outro setor, ocorre à administração conjunta de atividades como, por exemplo, a formação de preços, que depende tanto da logística quanto do marketing, e a programação e sequenciamento da produção, que é dirigida pela operação e logística. Ocorrendo assim, a necessidade de um gerenciamento interfuncional dos processos gerenciais, sendo necessária a integração de toda a cadeia para melhorar o desempenho empresarial, reduzindo os custos com capital imobilizado no estoque e aumentando o nível de serviço de atendimento à demanda do mercado.

A modelagem de eventos discretos vem sendo utilizada na logística para determinar qual a melhor política de estoques, transporte e distribuição, ao longo de toda cadeia de suprimentos, desde a origem de matérias-primas, percorrendo o processo produtivo até o cliente final. Sendo que a simulação vem sendo muito utilizada nas instalações portuárias para dimensionar a capacidade logística de adequação da quantidade de equipamentos de movimentação de materiais e o número de profissionais necessários para o processo de carregamento e descarga de navios em um determinado período nos portos e, nos aeroportos para dimensionar a quantidade de postos de *check in* necessários para atendimento à demanda e nos projetos de sistema de transporte de bagagens (CHWIF & MEDINA, 2007).

## 2.2 MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE PROCESSOS

Não adianta simular um processo que nem deveria existir. Por isso, cabe explicitar sumariamente alguns conceitos fundamentais referentes à gestão de processos, pois seu adequado gerenciamento pode aumentar a produtividade, otimizar os resultados e reduzir desperdícios em uma organização.

Neste artigo, processo é entendido como um conjunto de atividades em uma sequência, que produzem valor para um cliente ou consumidor final. Desse modo, processos são relações entre as entradas (inputs), atividades realizadas e saídas (outputs), sendo que o gerenciamento desses processos está relacionado ao conjunto de ferramentas, conceitos e condutas de gestão que constituem a visão sistêmica da empresa (BPM CBOK, 2013).

Antes de realizar uma simulação, é preciso criar uma reprodução do processo, de maneira representativa do seu funcionamento, por meio de uma modelagem, na qual são identificadas oportunidades de análise e intervenção para se buscar a melhoria contínua do seu desempenho. Um software de mapeamento de processos disponível de modo gratuito e de fácil manuseio é o BIZAGI®, que utiliza a notação BPMN (Business Process Model and Notation) e será utilizado neste trabalho, devido ser a ferramenta corporativa empregada pela empresa estudada para mapear seus processos.

A notação BPMN tem por objetivo ser de fácil compreensão por todos os envolvidos, sendo o elo entre a área de negócios e a de tecnologia, facilitando assim o fluxo de informações organizacionais para apoiar o desenvolvimento de novas soluções para a empresa, gerando maior autonomia e agilidade para área de gestão de processos.

Segundo Banks (1996) a simulação é a imitação da operação de um processo do mundo real ao longo de determinado período. De acordo com Loesch e Hein (2009) simulação é essencialmente uma técnica que envolve a construção de um modelo de uma situação real para sua posterior experimentação, sendo especialmente indicada para modelos dinâmicos que envolvem múltiplos períodos de tempo. A simulação envolve a geração de uma representação aproximada de um processo, através da observação do mesmo, visando obter conclusões sobre as características de funcionamento do sistema.

Hamdy (2008) declara que a simulação é o segundo melhor procedimento depois da observação de um sistema real. Trata-se de uma imitação computadorizada do comportamento aleatório de um sistema com a finalidade de estimar suas medidas de desempenho. A tarefa de utilizar simulação começa com o desenvolvimento da lógica do modelo computacional, de modo que permitirá coletar os dados necessários. Segundo Loesch e Hein (2009) a simulação faz uso de modelos matemáticos e lógicos, envolvendo processos aleatórios de probabilidade.

Ao utilizar simulação de dados operacionais do negócio, pode-se prever a evolução de seu comportamento ao longo do tempo, porque o modelo geralmente assume o modo de um conjunto de hipóteses sobre o funcionamento do sistema. Essas suposições são expressas em relações matemáticas, lógicas e simbólicas entre as entidades, ou objetos de interesse do sistema. Como a simulação imita o que acontece em um sistema real ou o que é percebido por um sistema que está na fase de concepção, seus dados de saída devem corresponder diretamente às saídas que podem ser registadas a partir do sistema real (BANKS, 1996).

É possível desenvolver um modelo de simulação sem hipóteses duvidosas, através de modelos matemáticos que podem ser resolvidos. Por estas e outras razões, a simulação é frequentemente a técnica escolhida para análise e resolução de problemas do tipo *what if* (e se...). É também muito utilizada em alterações de sistemas, a fim de prever o seu impacto sobre o desempenho do mesmo (BANKS, 1996). Desse modo, a modelagem e simulação de processos podem ser usadas tanto como ferramentas de análise para prever o efeito das mudanças nos sistemas existentes, como ferramentas de *design* para prever o desempenho de novos sistemas sob diferentes conjuntos de circunstâncias.

De acordo com Banks (1996), o conhecimento adquirido durante o projeto de um modelo de simulação pode ser de grande valor para sugerir melhorias no sistema sob investigação. O uso da simulação apresenta diversas vantagens, como a possibilidade de visualizar procedimentos operacionais, novas políticas, regras de decisão, fluxos de informação e procedimentos organizacionais, sem interromper as operações em curso do sistema real.

Saliby (1989) esclarece que a simulação está relacionada à realização de experimentos numéricos com modelos lógico-matemáticos. Miccuci et al. (2017) reforça ser imprescindível o emprego dos modelos matemáticos para simular operações de sistemas durante a execução de suas tarefas, principalmente na identificação de possíveis ameaças aos cenários previstos.

Segundo Banks (1996), a disponibilidade de linguagens de simulação para fins especiais, as capacidades de processamento de dados, o declínio de custos por operação e os avanços em metodologias de simulação, fizeram da mesma uma das ferramentas de pesquisa operacional mais amplamente utilizadas.

Oliveira et al. (2018) afirma que a simulação é importante para verificar o nível de serviço prestado pela empresa e a taxa de utilização dos recursos em relação ao comportamento da demanda, pois auxilia na identificação das variáveis geradoras de problemas, proporcionando maior embasamento aos tomadores de decisão na análise das alternativas propostas.

Segundo Santos et al. (2017) utiliza a simulação para verificar o nível de utilização de equipamentos em processo produtivos, através da análise de cenários para identificar a ideal configuração do sistema para obter melhores resultados com os menores custos e utilização de recursos.

O software utilizado para simulação neste estudo foi o ARENA, devido sua vasta disseminação e utilização no mercado brasileiro e fácil manuseio e interpretação de resultados, através da utlização de fluxograma representativo do sistema real, com toda a lógica do processo desde as entradas, as atividades realizadas, as decisões tomadas nas alternativas e gerando os relatórios de saída com as medidas de desempenho (ARAGÃO, 2011).

## 3. METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida a partir de estudos de campo realizados em uma empresa de distribuição de combustíveis, onde se obtiveram informações sobre o processo de carregamento de combustíveis (gasolina, diesel e etanol) apoiado em observações e dados fornecidos pelo sistema de controle operacional (SCO) da empresa. Desse modo, efetuou-se uma análise sistêmica de informações na literatura para explanar sobre a temática abordada.

Como um projeto de simulação requer a utilização de uma lógica para sua construção, esta pode ser observada na figura 1, que apresenta a metodologia de simulação que foi adaptada para utilização neste artigo, baseada em concepção (descrição e mapeamento do processo atual no BIZAGI®), implementação (construção e validação do modelo no ARENA®, identificação de gargalos operacionais e geração dos resultados) e análise (interpretação dos resultados e proposta de cenários alternativos para melhor utilização dos recursos e atendimento à demanda).

Figura 1: Principais fases de um estudo de simulação

Fonte: Adaptado de Chwif e Medina (2007)

Para mapear o processo de carregamento de caminhões tanque (CT) na base de distribuição foi utilizado o software BIZAGI® e, para modelagem e execução da simulação do modelo atual dos cenários a analisar, foi utilizado o software ARENA®, de acordo com a estratégia corporativa da empresa de redução de custos operacionais de utilização dos ativos. Desta forma, foram coletadas informações sobre a taxa de chegadas de CT's, os tempos de processamento e de espera nas filas e no sistema, assim como a configuração da capacidade operacional da base e perfil de consumo de carregamento dos CT's.

Como premissas, o modelo estudado considerou apenas o processo de carregamento de combustíveis claros, porque representa a maior parte das atividades realizadas nessa base e está relacionado ao principal indicador de desempenho na área de operações, referente ao TPB. Quanto menor for este tempo, maior será o número de viagens realizadas com a mesma frota, gerando maior produtividade para o sistema. Os demais produtos e processos (como a descarga) não compartilham os mesmos recursos mapeados e sua utilização não afeta os resultados do modelo, considerando que não houve ruptura de estoque de produtos nos tanques de armazenagem e que a distribuição de combustíveis pelas baias de carregamento atende à configuração de compartimentos dos CT's.

O carregamento dos produtos comercializados na base é realizado para entrega direta aos clientes e para transferência à outras unidades operacionais no estado de São Paulo, sendo feito de segunda-feira à sábado, de 2h às 15h. As entregas são feitas nas modalidades CIF (Cost, Insurance and Freight) cuja responsabilidade dos custos, seguro e frete é da distribuidora, e FOB (Free on Board) cuja reponsabilidade de todos os riscos e custos é do revendedor/comprador, com precificação diferenciada para cada incoterm, sendo que para as entregas CIF as programações são realizadas e gerenciadas internamente pela empresa e no caso das entregas FOB as programações são feitas pelos próprios clientes através do portal de vendas on line no site da distribuidora.

## 4. APLICAÇÃO EM UMA DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS

### 4.1. CONCEPÇÃO DO MODELO

O processo de carregamento na base passa por 4 etapas, que serão descritas a seguir.

### 4.1.1. ETAPA 1: AUTORIZAÇÃO DE CARREGAMENTO

O processo tem início com a chegada do CT na base, que já deve ter realizado um auto-checklist prévio (com frequência e validade diárias), garantindo as condições de segurança e trafegabilidade. O motorista passa pela cancela de entrada da base, estaciona o CT e realiza a verificação da programação na área de apoio logístico. Caso haja alguma inconsistência referente ao pedido, cadastro ou gestão de risco do veículo ou motorista, a equipe administrativa da base resolve as pendências para autorizar a entrada do CT para carregamento. Caso a pendência persista, o CT irregular não é autorizado a entrar para carregar, sendo direcionado para a saída da base.

Para os CT's autorizados e sem pendência, o motorista retira a ordem de carregamento com as informações de destino e distribuição dos produtos por compartimentos, assim como os lacres para trancar estes compartimentos após carregamento, envelopes para coletar a amostra testemunha e demais documentação referente ao faturamento do pedido, como comprovante de entrega e nota fiscal, ficha de emergência e vale pedágio.

### 4.1.2. ETAPA 2: ESPERA NO PÁTIO DE CARREGAMENTO

Após retirada da documentação para carregamento, o motorista direciona-se com o CT para o pátio de carregamento, onde aguarda a baia disponível, porque o sistema de automação da base identifica a programação dos CT's e apenas autoriza o início do carregamento conforme a disponibilidade dos produtos no tipo apropriado de baia, realizando a alocação de maneira automática. Assim que é disponibilizada uma baia, o CT é chamado para entrada imediata na plataforma de enchimento de caminhão-tanque (PLECT) especificada, para carregamento.

### 4.1.3. ETAPA 3: CARREGAMENTO DO CT

Nesta etapa, os CT's já foram direcionados para as respetivas PLECTs, onde o próprio motorista irá realizar o carregamento do CT, sempre com a supervisão de profissional da área de operações da distribuidora. Para realizar o carregamento o motorista precisa estacionar o CT na baia específica do produto a ser carregado, atentar para os produtos e volumes a serem carregados se são compatíveis com os compartimentos do CT, abrir somente a escotilha do compartimento que será carregado e cumprir as normas e condições de segurança.

Ao final do processo, o motorista deve posicionar o braço de carregamento em local apropriado, realizar as devidas conferências, lacrar as escotilhas de enchimento e as bocas de saída (para todos os compartimentos) e desconectar o cabo terra. Após concluir esta etapa, deve-se verificar o frete e liberar a baia de carregamento.

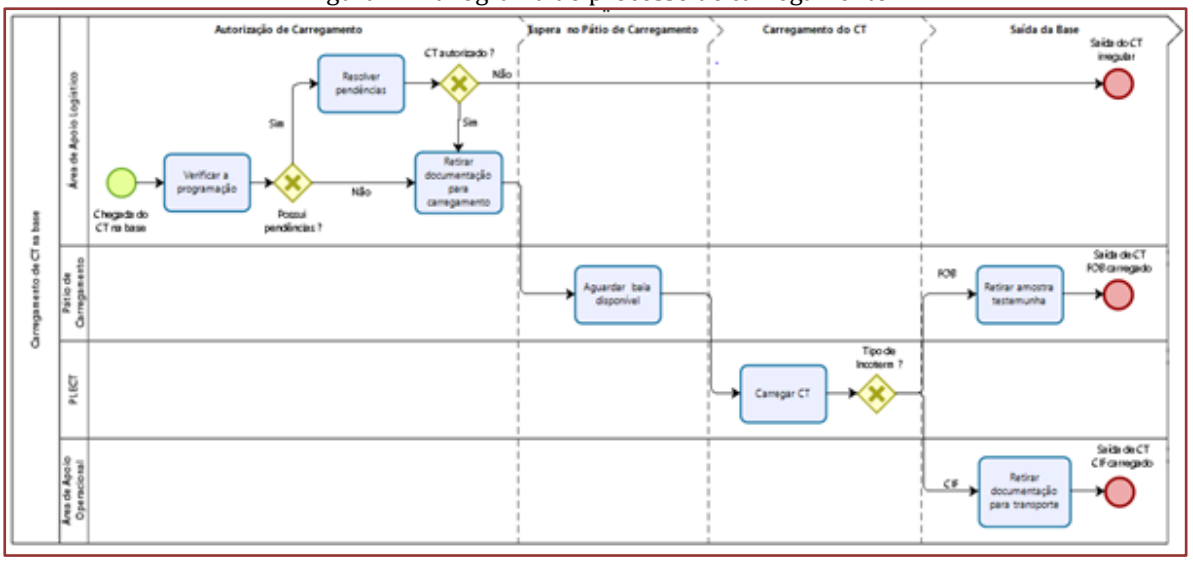
### 4.1.4. ETAPA 4: SAÍDA DA BASE

Nesta etapa, ao identificar que o incoterm é FOB, o CT deverá se deslocar até a baia cativa no pátio de carregamento para retirada da amostra testemunha, conforme resolução ANP 44/2013 e, caso seja CIF, o motorista deverá estacionar o CT e dirigir-se à área de apoio operacional para retirar a documentação necessária para realização do transporte. Assim que concluir estas últimas etapas, os CT's encontram-se liberados para sair carregados da base.

### 4.1.5. MAPEAMENTO DO PROCESSO

Após o mapeamento das 4 etapas apresentadas, foi gerado o fluxograma, conforme figura 2.

Figura 2: Fluxograma do processo de carregamento




Fonte: Elaborado pelos autores

A partir da análise do fluxograma gerado pelo BIZAGI sem erros, advertências ou sugestões, pode-se visualizar a movimentação que os CT's realizam na base. A estrutura das PLECTs é composta por 8 baias de carregamento, além de um local dedicado à coleta de amostra testemunha no pátio de carregamento, em observância à resolução ANP nº 44, de 19/11/2013.

Ao mapear o processo atual para simulação, levou-se em consideração uma amostra de 41437 registros válidos, obtidos pelo SCO da base durante todo o ano de 2017, para validar o modelo e propor oportunidades de melhoria. Foi registrada movimentação superior à 97 milhões de litros de combustíveis claros por mês, transportados por 468 CT's diferentes.

Foi realizado um levantamento dos outliers, baseado na análise da amplitude interquartil (AIQ), conforme pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1: Estatística descritiva e levantamento dos outliers

| Estatística Descritiva (min) | | Intervalo entre chegadas na base | (1) Verificar a programação | (1) Resolver pendências | (1) Retirar documentação p/ carregamento | (2) Aguardar baia disponível | (3) Carregar CT | (4) Retirar amostra testemunha | (4) Retirar documentação p/ transporte |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Medidas de posição | Média | 5,4 | 2,3 | 5,2 | 15,0 | 18,8 | 34,6 | 19,5 | 18,8 |
| | Mediana | 3,0 | 1,9 | 4,1 | 12,3 | 13,0 | 33,0 | 19,0 | 16,0 |
| | Moda | 1,0 | 1,4 | 3,2 | 11,4 | 8,0 | 39,0 | 4,0 | 10,0 |
| | Mínimo | 0,0 | 1,1 | 2,4 | 5,5 | 1,0 | 10,0 | 3,0 | 3,0 |
| | Máximo | 164,0 | 18,0 | 40,5 | 117,0 | 136,0 | 145,0 | 123,0 | 119,0 |
| Medidas de dispersão | Amplitude | 164,0 | 16,9 | 38,1 | 111,6 | 135,0 | 135,0 | 120,0 | 116,0 |
| | Desvio Padrão | 6,6 | 1,5 | 3,3 | 10,1 | 16,0 | 15,5 | 11,2 | 11,3 |
| | Variância da amostra | 44,0 | 2,2 | 11,2 | 101,4 | 255,8 | 241,7 | 124,7 | 127,5 |
| | Coeficiente de Variação | 1,2 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 0,4 | 0,6 | 0,6 |
| | Coeficiente de Assimetria | 3,6 | 3,2 | 3,3 | 3,2 | 2,4 | 1,2 | 1,2 | 2,1 |
| Identificação dos *outliers* | $Q_1$ = 1º Quartil (25%) | 1,0 | 1,4 | 3,2 | 9,1 | 9,0 | 23,0 | 11,0 | 11,0 |
| | $Q_3$ = 3º Quartil (75%) | 7,0 | 2,6 | 5,9 | 17,1 | 22,0 | 43,0 | 26,0 | 23,0 |
| | AIQ = ($Q_3$ - $Q_1$) | 6,0 | 1,2 | 2,7 | 7,9 | 13,0 | 20,0 | 15,0 | 12,0 |
| | LI = $Q_1$ - (1,5 * AIQ) | -8,0 | -0,4 | -0,8 | -2,7 | -10,5 | -7,0 | -11,5 | -7,0 |
| | LS = $Q_3$ + (1,5 * AIQ) | 16,0 | 4,4 | 10,0 | 29,0 | 41,5 | 73,0 | 48,5 | 41,0 |
| | QTD > LS (Outliers) | 2433,0 | 2965,0 | 1145,0 | 2919,0 | 3701,0 | 889,0 | 473,0 | 508,0 |
| | % Outliers | 5,9% | 7,2% | 2,8% | 7,0% | 8,9% | 2,1% | 1,1% | 1,2% |

Fonte: Adaptado de Chwif e Medina (2007)

Ao expurgar os outliers do modelo foi utilizada uma base com 30915 dados válidos de carregamento para a simulação, porque todos os tempos registrados já considera os setups antes e após as atividades realizadas. Foi verificado a seguinte segmentação probabilística nos fluxos de decisão das atividades do processo, conforme tabela 2.

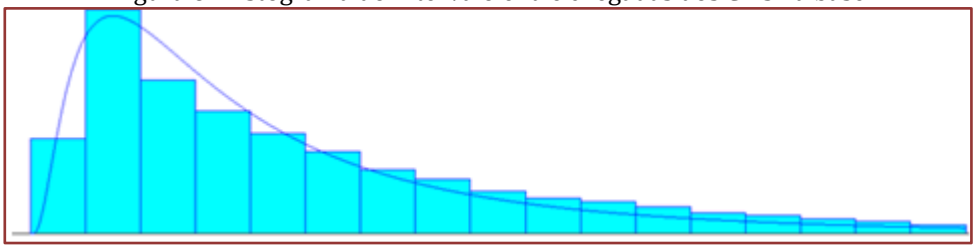
Tabela 2: Distribuição média dos fluxos nos gateways

| GATEWAYS | Sim | Não |
|---|---|---|
| Possui pendência | 44% | 56% |
| CT autorizado | 98% | 2% |
| FRETE | CIF | FOB |
| Tipo de incoterms | 27% | 73% |

Fonte: Elaborado pelos autores

Para estimar as distribuições de probabilidade dos tempos das atividades realizadas para o carregamento, foi utilizada a ferramenta input analyzer. O histograma gerado pelos intervalos entre as chegadas dos CT's na base pode ser verificado na figura 3:

Figura 6: Histograma do intervalo entre chegadas dos CT's na base



Fonte: Elaborado pelos autores

Após a retirada dos outliers a taxa média de chegada na base foi de 1 CT a cada 4,3 minutos, ou seja, aproximadamente 14 CT's por hora. A escolha da distribuição que mais se ajusta à série histórica apresentada foi a Lognormal, cuja expressão gerada pelo input analyser foi de: -0.5 + LOGN (5.12, 5.77), com erro quadrático de 0,001689.

Foram ranqueadas todas as distribuições das demais atividades, a partir das maiores probabilidades de não ser rejeitadas (do not reject), baseado no tamanho da amostra analisada e no menor erro quadrático identificado, conforme descrito na tabela 3.

Tabela 3: Distribuições de probabilidade dos tempos do processo

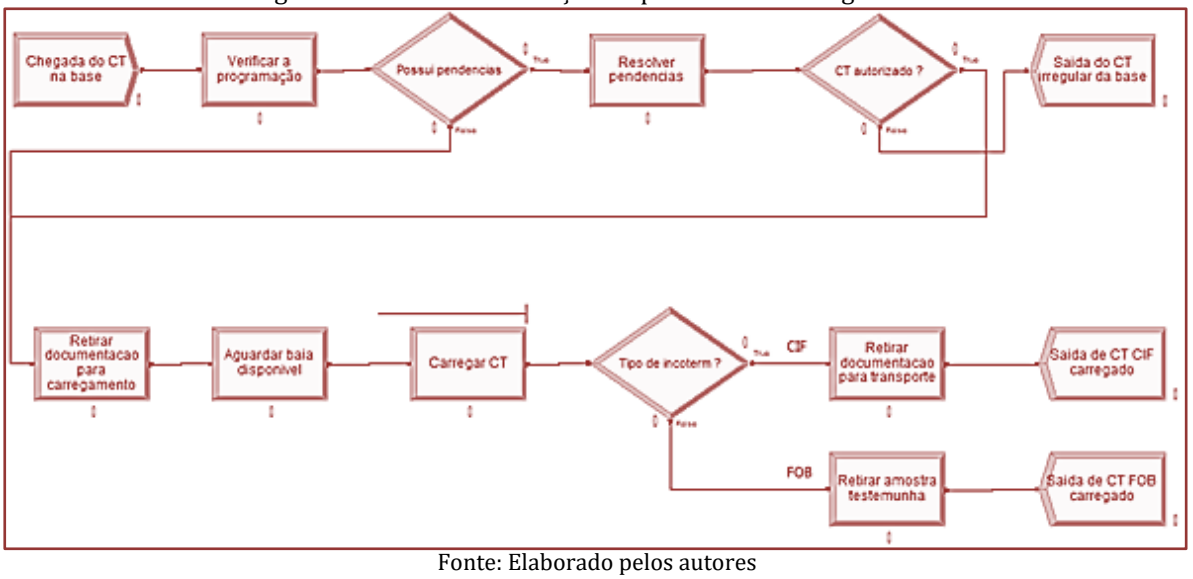
| INPUT ANALYSER | Distribuição | Expressão | Erro quadrático |
|---|---|---|---|
| Intervalo entre chegadas na base | Lognormal | 0.5 + LOGN(5.12, 5.77) | 0.001689 |
| (1) Verificar a Programação | Lognormal | 1 + LOGN(1.02, 0.949) | 0.015921 |
| (1) Resolver Pendências | Lognormal | 2 + LOGN(2.41, 1.81) | 0.017703 |
| (1) Retirar documentação p/ Carregamento | Erlang | 5 + ERLA(3.83, 2) | 0.007640 |
| (2) Aguardar baia disponível | Lognormal | 0.5 + LOGN(14.6, 8.88) | 0.002866 |
| (3) Tempo de Carregamento do CT | Beta | 9.5 + 64 * BETA(1.66, 2.74) | 0.000418 |
| (4) Retirar amostra testemunha | Beta | 2.5 + 46 * BETA(1.37, 2.45) | 0.001434 |
| (4) Retirar documentação para transporte | Gama | 2.5 + GAMM(4.67, 3.17) | 0.000167 |

Fonte: Elaborado pelos autores

## 4.2. IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO

Após realizar o tratamento estatístico das informações coletadas, foi utilizado o software ARENA para rodar a simulação do processo, levando em consideração as premissas apresentadas e a configuração real da base com 8 baias de carregamento, referente à construção do cenário atual, para verificação e validação do modelo, conforme figura 7.

Figura 7: Modelo de simulação do processo de carregamento




Fonte: Elaborado pelos autores

O modelo foi verificado pelo ARENA sem apresentar erros ou avisos, através do campo "Checar Modelo" e, ao rodar 10 replicações durante o mesmo período de coleta dos dados (22 dias x 13 horas/dia = 1 ano), os resultados se mostraram aderentes ao comportamento real, porque apresentaram erros inferiores à 10%, sendo aceitáveis para representar o processo estudado, sem comprometer os resultados da análise, conforme observado na tabela 4.

Tabela 4: Validação do modelo

| | Real | Modelo | Erro |
|---|---|---|---|
| Saídas de CT da base | 41437 | 44141 | 6,53% |
| TPB (min) | 92 | 83 | 9,78% |

Fonte: Elaborado pelos autores

Através dos dados coletados, foi identificado um volume médio transportado de 28 $m^3$ de combustíveis por CT, sendo observada uma taxa média de utilização das baias de carregamento de 89,28% e aproximadamente 5 CT's aguardando na fila para carregamento durante um tempo de fila de 21,91 minutos.

## 4.3. ANÁLISE DOS CENÁRIOS

A estratégia corporativa da empresa estudada estima um aumento de 20% sobre o volume movimentado nesta base para o próximo ano, o que aumentaria o número médio de viagens realizadas para 49724. Logo, foram realizadas as simulações dos possíveis cenários referentes ao dimensionamento da capacidade logística de carregamento, visando atender a nova demanda prevista, conforme apresentado na tabela 5.

Tabela 5: Avaliação dos cenários propostos

| | Baias | Funcionamento da base (hrs) | Viagens | TPB | Espera na Fila (min) | Fila para carregar | Utilização das baias | Capacidade Logística |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cenário 1 | 8 | 14 | 48552 | 83,34 | 26,61 | 5,79 | 92,0% | não |
| Cenário 2 | 8 | 15 | 51468 | 83,22 | 25,29 | 5,43 | 90,6% | sim |
| Cenário 3 | 9 | 13 | 42312 | 82,86 | 4,73 | 0,96 | 76,0% | não |
| Cenário 4 | 10 | 13 | 43596 | 82,87 | 1,97 | 0,41 | 70,8% | não |
| Cenário 5 | 11 | 14 | 47784 | 82,6 | 1,07 | 0,23 | 65,0% | não |

Fonte: Elaborado pelos autores

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do estudo corroboram a importância da utilização da simulação de processos para dimensionar a capacidade operacional e logística de sistemas produtivos. Os softwares BIZAGI e ARENA foram utilizados neste artigo devido a disponibilidade de licenças e facilidade de utilização.

Após análise dos cenários simulados pode-se observar que a melhor configuração que atende aos requisitos de demanda previstos pela estratégia corporativa da empresa foi o cenário 2, com 2 horas a mais de funcionamento, porque embora corresponda a demanda de vendas ainda mantém o nível de serviço prestado pela empresa.

Foi observado que, ao rodar os cenários, o horário de funcionamento impactou mais nos resultados do que a adição de baias, porque o modelo levou em consideração uma distribuição de probabilidade lognormal para gerar as entradas de CT's na base. Logo, para melhorar a análise de configuração da quantidade de baias necessárias, deve-se readequar a taxa de chegadas na base através da nova demanda de vendas.

Devido a limitações de escopo e tempo, sugere-se o levantamento dos custos envolvidos na instalação de novas baias de carregamento, alocação de recursos humanos (através de contratação ou pagamento de horas extras) e a influência do tempo de carregamento utilizando baias top load e bottom load na produtividade do processo, como propostas de estudos futuros.

## REFERÊNCIAS

[1] Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Armazenamento e movimentação de produtos líquidos. Disponível em <http://www.anp.gov.br>. Acesso em 15 abr 2019.

[2] Aragão, A. P. Modelagem e simulação computacional de processos produtivos: o caso da cerâmica vermelha de Campos dos Goytacazes, RJ. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte fluminense, UENF. 2011

[3] Associação Nacional Das Distribuidoras de Combustíveis, Lubrificantes, Logística e Conveniência. Mercado Revendedor. Disponível em <https://somosplural.com.br>. Acesso em 25 mar 2019.

[4] Ballou, R. H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos/ Logística empresarial: 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

[5] Banks, J.; Carson, J.; Nelson, B. Discrete-event system simulation. New Jersey: Prentice Hall, 1996.

[6] Barbosa, M. M. Sistema automatizado para carregamento rodoviário Top Load de combustíveis. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

[7] BPM CBOK – Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio. Corpo Comum do Conhecimento – ABPMP BPM CBOK V3.0, Associationof Business Process Management Professionals, 2013.

[8] Cardoso, Luiz Cláudio dos Santos. Logística do Petróleo: Transporte e Armazenagem. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

[9] Chopra, Sunil; Meindll, Peter. Gestão da cadeia de suprimento: estratégia, planejamento e operação. 6ªed. São Paulo: Person Education do Brasil, 2016. 523p.

[10] CHWIF, L. e Medina, A.C. Modelagem e simulação de eventos discretos: teoria e aplicações, 2ª Edição, Editora dos autores: São Paulo, 2007

[11] Fleury, Paulo Fernando; Wanken, Peter; Figueiredo, Kleber. Logística empresarial: a perspectiva brasileira. 1ªed. São Paulo: Atlas, 2000.372p.

[12] Gonçalves, Paulo Sergio. Logística e cadeia de suprimento: o essencial. 1ªed. Brueri, SP: Manole, 2013. 325p.

[13] Hamdy, Taha A. Pesquisa operacional: uma visão geral. Tradução: Arlete Simille Marques; revisão técnica: Rodrigo Arnaldo Scarpel. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, p.272, 2008.

[14] Loesch, Claudio; Hein, Nelson. Pesquisa operacional: fundamentos e modelos. São Paulo: Saraiva, p. 207-208, 2009.

[15] Miccuci, V. C. G. S; Santos, M; Quintal, R. S; Paixão, A. C; Martins, E. R. A Simulação como Ferramenta de Apoio de Avaliação Operacional: Análise de um Sistema Preditivo para Armamento Acima D'água. Rev. FSA, Teresina, v.14, n.6, art. 9, p. 158-171, nov./dez. 2017.

[16] Morais, R. R. Logística empresarial. 1ªed. Curitiba: Intersaberes, 2015.

[17] Oliveira, K.A.; Silva, S.K.R.; Ferrari, V.S.; Matos, C.; Soltovski, R. Simulação do atendimento em uma loja de telefonia móvel utilizando o Software Arena. IN: Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 8. 2018. Ponta Grossa. Anais. Paraná: ConBRepro, 2018. p. 1 – 9.

[18] Razzolini Filho, Edelvino. Transporte e modais: com suporte de TI e SI. 1ªed. Curitiba: Intersaberes, 2012. 319p.

[19] Saliby, E. Repensando a simulação: a amostragem descritiva. São Paulo: Atlas, 1989.

[20] Santos, A.O.; Garcia, G.F.R.; Alves, A.F.; Silva, N.C.F. Uso da simulação como ferramenta de apoio à tomada de decisões em uma empresa metalúrgica: Estudo de caso. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção,78. 2017. Ponta Grossa. Anais. Paraná: ConBRepro, 2017. p. 1 – 10.

# Capítulo 14

## *Mapeamento e análise do processo de produção de agregados visando controle de estoques*

*Silvana Silva*
*Valnei Carlos Denardin*
*Mauricio de Andrade Lima*
*José Roberto de Barros Filho*

Resumo: Em mineração, no seu processo de produção, existem variações no tempo de reposição de estoque e alterações na quantidade de produção de cada tipo de material produzido devido as configurações das plantas produtivas. O presente trabalho visou determinar os estoques de segurança em uma unidade de produção, pedreira, para resolver os problemas com atrasos nas entregas dos produtos. Neste estudo de caso utilizou-se o mapeamento do processo produtivo, o tratamento estatístico da amostra com os dados primários, para identificar os pontos de gargalos na produção. Verificou-se a possibilidade de utilização de um método que permita calcular com precisão os estoques de segurança para cada agregado pétreo. Com a determinação da análise de variância e desvio padrão, que permite analisar o grau de dispersão da variação do consumo, possibilitou a empresa definir o quanto de estoques de segurança deverão ser mantidos para proporcionar uma produção "puxada". A utilização do método demonstrou que o processo de produção com estoque de segurança calculado através do desvio padrão, gerou uma maior estabilidade na produção, evitando a formação de gargalos e atrasos na entrega dos produtos, permitindo uma flexibilidade no planejamento de produção da unidade produtiva em cada tipo de agregado para atender a demanda.

Palavras-chaves: Estoques de segurança; mapeamento de processos produtivos, agregados.

## 1. INTRODUÇÃO

Uns dos grandes desafios das organizações do ramo de mineração são o de controlar seus estoques de matérias primas, principalmente com produtos da extração como é o caso de produção agregados. Por ser o estoque um dos maiores bens tangíveis das organizações, é importante o controle e a precisão na mensuração dos mesmos. Segundo Dias (2015, p. 45) defende que "toda teoria de dimensionamento e controle de estoque baseia-se em minimizar o custo total do produto resultante das variáveis que compõem os custos, dado por essa equação."

Incertezas nos processos produtivos podem ser evitáveis ou inevitáveis, o recomendável é questionar todas as fontes de incerteza. (Correa, 2014, p. 172).

A preocupação de controlar os estoques de agregados pétreos se dá pelo fato que sua mensuração é inexata, limitando a utilização do espaço físico e estagnando a produção, gerando com isso há possibilidade de falta de agregados quando forem solicitados pelo cliente. Diante disso verificamos a possibilidade de utilizar um método de controle dos estoques que permita gerar maior segurança na programação do processo de produção e diminuir os atrasos na entrega dos produtos.

O objetivo desse artigo foi mapear o processo produtivo, efetuar o levantamento de dados de controle da produção para identificar os tipos de estoques e porque dos constantes atrasos na produção e entrega dos produtos. Buscou-se estabelecer um estoque de segurança que se molda de acordo com a realidade do processo produtivo de uma unidade de produção aqui denominada Pedreira, buscando reduzir os custos de estoques e produções desnecessárias, além de manter a qualidade e atendimento da demanda.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. GESTÃO DE ESTOQUES

Estoque são todos os materiais que a organização possui classificados como matérias primas, insumos, materiais em processos produtivos e produtos acabados que continuam dentro de suas dependências. Para Pozo (2015, p. 17) é evidente que todas as organizações devem preocupar-se com o controle dos estoques, pois os estoques afetam o desempenho e os resultados da empresa.

Controle de estoque consiste em controlar a entrada e saída das matérias-primas, materiais em processo e produtos acabados com a finalidade em reduzir custos e ter disponibilidade de produtos conforme a demanda, atendendo os seus clientes. De acordo com o autor Lelis (2016, p. 4) é necessário estudar o processo que inicia desde o contato com o fornecedor, ou seja, o processo de compra de materiais de insumos e/ou matéria prima, o recebimento, transporte e armazenamento dos bens comprados, incluir também o estudo do processo de produção, a estocagem do produto acabado e a entrega para o consumidor final, para compreender todo processo produtivo e poder controlá-lo.

A utilização do espaço físico e controle de movimentação dos materiais são fundamentais para identificar a quantidade existente no estoque, a quantidade de material a se produzir e se isso irá suprir a programação (demanda) solicitada pelo cliente. Saber o que produzir, como produzir, como cuidar dos estoques, e como distribuir buscando diminuir os custos e seus impactos. (Ching, 2010, p. 4).

De acordo com Dias (2015, p. 153) "o importante é reduzir os custos de operação e movimentação dos materiais, reduzindo os desperdícios de mão de obra evitando esforços físicos excessivo e expandindo o volume de produção, e procurando ganhar espaço útil."

A gestão de estoques está pautada na previsão de consumo ou demanda, que estabelecem estimativas futuras dos produtos. (Dias, 2015, p. 16). A previsão de estoque tem como finalidade determinar a quantidades de consumo de matéria prima e insumos subsequente a produção para suprir uma determinada demanda e manter o estoque mínimo necessário para continuidade do processo produtivo.

## 2.2. ESTOQUES DE SEGURANÇA

Os estoques de segurança são uma forma de administrar as quantidades em estoque que mantem o equilíbrio entre o processo produtivo e o atendimento da demanda.

De acordo com Tubino (2007, p. 81) os estoques de segurança são quantidades determinadas para absorver as variações da demanda durante o tempo de ressuprimento, período onde os estoques podem acabar e comprometer o fluxo produtivo.

Devemos mensurar as quantidades de estoques de segurança que são necessários para a empresa, primeiramente é preciso analisar o giro de estoques, disponibilidade de matéria prima e outros fatores que impactam diretamente nos processos produtivos para adotar o melhor método de calcular os estoques de segurança.

### 2.2.1. MÉTODO DESVIO PADRÃO

O método do desvio padrão é utilizado para calcular os estoques de segurança a partir do consumo/demandas independente se o tempo de reposição é variável, possibilitando uma margem, um grau de dispersão da variação do consumo, para mais ou para menos uma quantidade, conforme a demanda do período de cada material.

De acordo com Dias (2009, p. 62) primeiramente temos que analisar a medida de dispersão que nos dá o grau de variação do consumo, ou seja, o desvio padrão para calcular o estoque mínimo, sequentemente analisar as quantidades de consumo maiores que o consumo médio e conhecer a probabilidade de ocorrência desse consumo.

Com a utilização do desvio padrão e o estoque de segurança estabelecido, o tempo de reposição dos estoques poderá ser variável que não comprometerá o atendimento da demanda.

A fórmula para calcular o desvio padrão da amostra e apresentada por Dias (2009, p. 62) é:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Xi= consumo máximo previsto
X= consumo médio mensal
n= número de períodos

## 3. METODOLOGIA

Inicialmente realizou-se um estudo da teoria demonstrado na secção 2 para verificar as técnicas e ferramentas abordadas pelos autores que possam ser aplicadas e adequadas para o controle e gestão de estoques de uma unidade de produção, Pedreira.

A amostra é composta pelos dados primários, que representam a produção média do ano de 2017 levantados na empresa, sendo que também foram disponibilizados para consulta dados referentes às demandas, produções, estoques, relatórios de compras de materiais primas e relatórios de vendas, para identificação e análises dos processos desde a compra da matéria prima até a entrega dos produtos para o cliente.

As variáveis a serem trabalhadas são a produção, demanda e os estoques atuais, para determinar o consumo e o estoque de segurança ideal com a utilização do método estatístico como é o caso da análise de variância e o desvio padrão.

Com base nesses dados e informações efetuou-se o mapeamento e análise do processo produtivo, com o apoio do responsável pela gestão da produção da empresa estudada. Na etapa seguinte através do

levantamento de dados do controle de estoque foi calculado o estoque de segurança de acordo com a variância e desvio padrão, adequados para cada agregado e conforme sua média produtiva.

Outra opção seria utilizar lotes padrão de produção conforme a demanda, que vem sendo muito utilizado pelo segmento de mineração, mas no caso da empresa estudada torna-se inadequado, pois a produção de agregados é variável, então limita-se a produção de outros agregados devido ao espaço e variação de quantidades produzidas por agregado no processo.

## 4. LEVANTAMENTO DE DADOS E ANÁLISE DO PROCESSO

Esta etapa apresenta os resultados do mapeamento do processo com o levantamento e análises de dados e informações disponibilizados pela empresa, com intuito de abordar e demonstrar os processos produtivos da Pedreira, os volumes de estoques e os resultados dos cálculos de estoque de segurança utilizando o método de cálculo da variância e desvio padrão.

### 4.1. MAPEAMENTO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS

A empresa possui uma produção contínua e não segmentada, utiliza como principal matéria prima a rocha granito que é processada em equipamentos de britagens originando os agregados pétreos descritos no quadro nº 01, esses agregados pétreos são vendidos a granel e/ou utilizados como matérias primas para outros produtos finais, conforme necessidade do cliente.

Quadro nº 01: Lista de agregados pétreos.

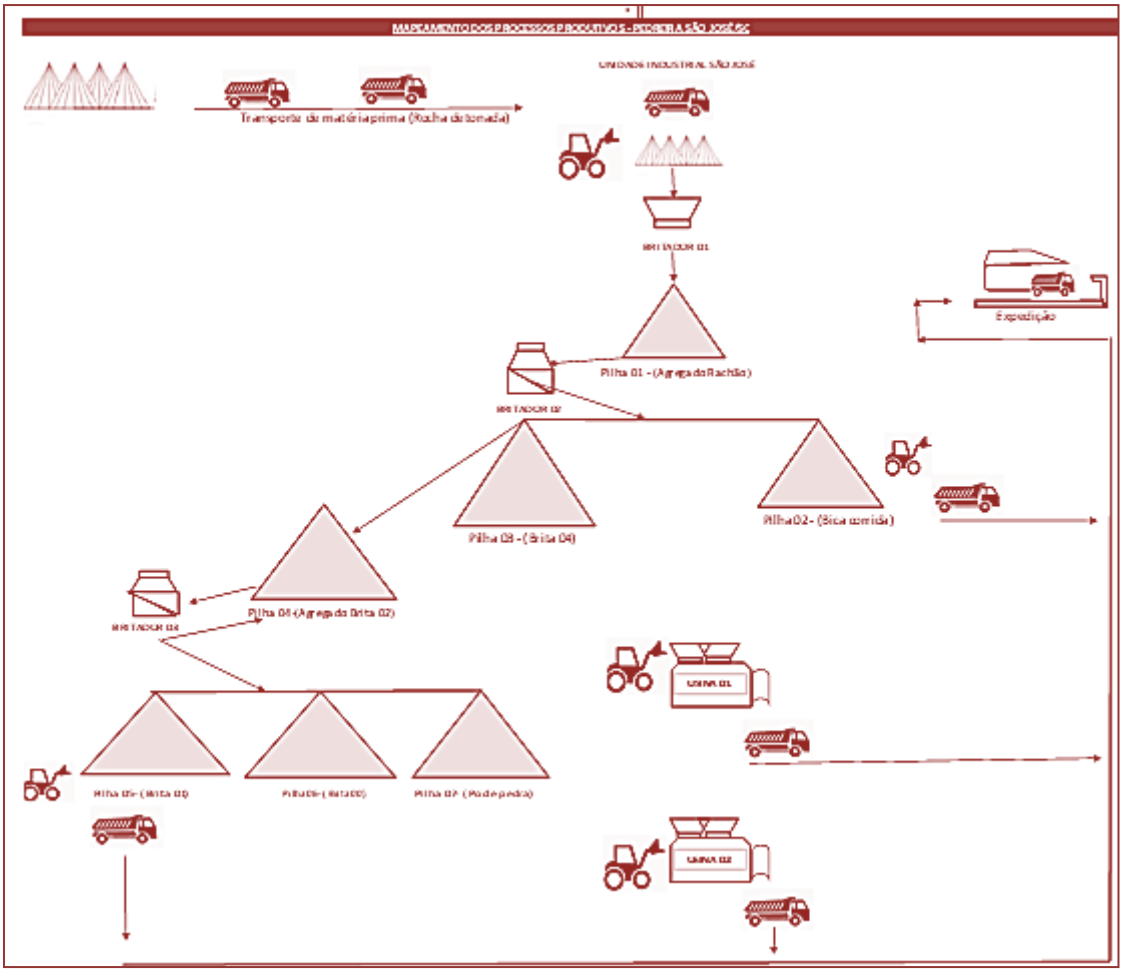
| Agregados | Faixa Granulométrica (milimitro) |
|---|---|
| Rachão | 0mm á 165mm |
| Bica Corrida | 0mm á 28mm |
| Brita 04 | 70mm á 170mm |
| Brita 02 | 21mm á 45mm |
| Brita 01 | 11mm á 21mm |
| Pedrismo | 6mm á 11mm |
| Pó de pedra | 0mm á 6mm |

Fonte: elaborado pelos autores, (2019).

O processo produtivo da Pedreira inicia-se no recebimento da matéria prima quando a rocha é detonada conforme apresentado na Figura nº 01, essa rocha detonada é processada no britador nº 01 e após passar por esse processo de transformação, dá-se a origem do agregado rachão que é utilizado como matéria prima dos agregados médios através da transformação (britado) em partes menores no britador nº 02, e que através das peneiras e das calhas que fazem as seleções de granulometria, esses materiais processados são transportadoras por correias que destinam as pilhas de agregados pétreos que são bica corrida, brita 02 e brita 04.

Para produções das britas (agregados pétreos) menores que são a brita 01, brita 00 e pó de pedra, é utilizado como matéria prima a brita 02, que ao ser processada (britado) no britador nº 03 com auxílio de peneiras e calhas classificam de acordo com a granulometria os materiais processados e as correias os destinam para as pilhas de brita 01, brita 00 (pedrisco) e pó de pedra. O fluxo de produção dos materiais britados, planta produtiva, estão apresentados no fluxograma na figura nº 01 a seguir:

Figura nº 01: Apresentação do processo produtivo de agregados




Fonte: elaborado pelos autores, (2019).

## 4.2. ANÁLISE DOS SALDOS DE ESTOQUES

Os dados da Tabela nº 01 são referentes a mensuração trimestral do levantamento topográfico realizado no ano de 2017 utilizando o método "Estação Total". Com esses dados é possível observar as quantidades de saldo de estoques iniciais dos agregados, e nela a crescente produção dos agregados pó de pedra, com o passar do trimestre.

Identificou-se que o aumento produtivo desse agregado se dá por conta das características da matéria prima rocha, que durante processo produtivo desde a transformação no agregado rachão para o agregado brita 02, que é utilizado como matéria prima do pó de pedra, há um crescente aumento de finos (material abaixo da granulometria de 6mm) e por sua vez são classificados no final da etapa produtiva na pilha do agregado pó de pedra, sendo este devido ao espaço físico limitado, um dos principais gargalos.

Tabela nº 01: Acompanhamento trimestral de levantamento topográfico no ano de 2017

| Estoques - Acompanhamento Topográfico | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Agregados | 01/01/2017 | 01/03/2017 | 01/06/2017 | 01/09/2017 | 01/12/2017 |
| Rachão | 12.691,78 | 16.227,92 | 13.246,04 | 11.723,57 | 13.798,96 |
| Bica corrida | 2.701,82 | 1.735,40 | 1.745,04 | 6.293,17 | 3.124,30 |
| Brita 04 | 5.754,38 | 3.938,00 | 8.495,84 | 2.470,05 | 315,46 |
| Brita 02 | 509,44 | 2.437,11 | 1.078,21 | 7.575,42 | 4.736,21 |
| Brita 01 | 3.954,03 | 2.313,52 | 6.225,06 | 6.358,13 | 5.824,59 |
| Brita 00 | 2.225,26 | 1.144,71 | 3.627,31 | 1.443,79 | 2.878,79 |
| Po de pedra | 19.987,32 | 16.758,65 | 25.336,25 | 20.129,50 | 27.356,15 |

Com as informações de estoques iniciais demonstrados anteriormente na tabela nº 01 e com as variações decorrentes de produções, expedições e perdas nos trimestres do ano de 2017, foi realizado a apuração dos saldos de estoques.

A tabela nº 02 a seguir demonstra o comportamento dos estoques de agregados, com informações referentes ao estoque médio, estoque mínimo e estoque máximo por produto. O estoque mínimo dos agregados pétreos foi definido a partir da média anual da demanda por agregado pétreo. Como por exemplo a brita nº4 apresenta um estoque médio de 1747,81 toneladas; um estoque mínimo de 1316,41 toneladas e um estoque máximo de 8495,84 toneladas representando uma grande variação no processo de produção.

Tabela nº 02: Saldos de estoques no ano de 2017.

| Saldos De Estoques-2017 | | | |
|---|---|---|---|
| Agregados | Estoque médio | Estoque mínimo | Estoque máximo |
| Rachão | 5.640,69 | 2.507,14 | 16.227,92 |
| Bica corrida | 1.299,98 | 458,08 | 6.293,17 |
| Brita 04 | 1.747,81 | 1.316,41 | 8.495,84 |
| Brita 02 | 1.361,37 | 0 | 7.575,42 |
| Brita 01 | 2.056,28 | 2.191,89 | 6.358,13 |
| Brita 00 | 943,32 | 2.138,62 | 3.627,31 |
| Po de pedra | 9.130,66 | 3.153,77 | 27.356,15 |

Fonte: elaborado pelos autores, (2019).

## 4.3 PROPOSTA DE ESTOQUES DE SEGURANÇA

Utilizando as informações apresentadas nas secções anteriores nº 4.1 e nº 4.2 foi possível ter uma visão abrangente do processo produtivo e envolvimento dos demais setores da empresa para efetividade da produção e o atendimento das necessidades do cliente, visando controlar e diminuir os custos logísticos. Na Tabela nº 03 a seguir está representado o estoque de segurança de cada agregado, que foi calculado com o uso do método da análise de variância e do desvio padrão, sendo este o mais indicado para a unidade de produção em análise.

Tabela nº 03: Estoque de segurança.

| Estoque De Segurança | | | |
|---|---|---|---|
| Agregados | Desvio padrão | Tonelada dia | Dias de produção |
| Rachão | 12.123 | 1.600 | 8 |
| Bica corrida | 822 | 290 | 3 |
| Brita 04 | 1.001 | 114 | 9 |
| Brita 02 | 0 | 0 | 0 |
| Brita 01 | 3.070 | 165 | 19 |
| Brita 00 | 2.752 | 93 | 30 |
| Pó de pedra | 4.039 | 330 | 12 |

Fonte: elaborado pelos autores, (2019).

Utilizando a média produtiva diária de cada agregado conforme a disponibilidade de produção da planta, é possível determinar a quantidade de dias necessários de produção para repor os estoques de segurança.

Vamos citar o exemplo representado anteriormente na tabela nº 03 de quantidades de dias de produção necessários para repor o estoque de segurança do agregado brita 00 (pedrisco) que será de 30 dias, pois, sua média de produção é de 93 toneladas/dia, e é a menor comparando com os outros agregados. Diferente situação podemos observar que acontece com o agregado Bica corrida, o qual tem o estoque de segurança estabelecido de 822 toneladas, suficiente para atender uma demanda de três dias, já que em média são utilizadas 290 toneladas/dia de produção em virtude deste gerar um novo produto como resíduo do processo da etapa produtiva que é o agregado Pó de pedra devido as características da matéria prima.

Controlar os estoques de uma unidade de produção como a Pedreira é uns dos grandes desafios do gestor por se tratar de um sistema produtivo complexo e que não tem padrões definidos de configurações, a planta produtiva e todos os equipamentos auxiliares e automotivos de uma pedreira podem ser ajustados e configurados, alternando etapas conforme o plano mestre de produção, podendo considerar avaliativas para essas mudanças a qualidade e características da matéria prima, a necessidade de atendimento da qualidade e as normas da granulometria de cada agregado e também as necessidades produtivas para atender a demanda.

É importante dizer que não existe um circuito padrão para a realização das etapas da britagem, podendo existir apenas a britagem primária, como também a britagem secundária e assim sucessivamente, até atingir a britagem quaternária, ou seja, os sistemas de britagens variam conforme o projeto e objetivo da empresa (Caldas, 2015, p. 12).

A definição dos estoques de segurança baseado no desvio padrão possibilita trabalhar com uma margem que atenda a demanda e permita repor os estoques de forma que não sobrecarregue os pátios evitando gargalos de produção e aumento dos custos de estocagem, diferente dos métodos por lotes padrão utilizados por algumas unidades de mineração (Pedreiras), que de acordo Erdmann apud. Trierweiller; Azevedo; Santos et.al (2008, p. 10) no método lote padrão o número de produtos finais estará determinado e as necessidades de materiais serão dependentes do lote, as datas de término de produção serão de acordo com o tempo de processo e disponibilidade de recursos.

Por existir as variáveis de prazos de entrega da matéria prima, definições de configurações da planta produtiva, e a necessidade de acordo com o tempo de retirada dos agregados e produtos finais, pelo cliente, da empresa estudada, o método de desvio padrão para definição dos estoques de segurança demostrou ser o mais adequado.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância do mapeamento dos processos produtivos e o controle de estoque nas indústrias de mineração devem objetivar melhorias constantes para reduzir os custos de estoques e aumentar a produtividade, com vista a tornar uma organização rentável e que cumpra com suas obrigações contratuais.

Os objetivos propostos neste trabalho, os temas abordados foram essenciais para atingimento das metas estabelecidas, que foram inicialmente o mapeamento dos processos produtivos da empresa estudada, com a análise do seu fluxo produtivo, as distribuições dos estoques de agregados pétreos conforme o fluxo produtivo, e o controle e mensuração de estoques utilizados.

Foi possível também calcular os estoques máximos, mínimos e médios dos agregados, permitindo uma visão do processo como um todo, para analisar e sugerir o melhor método para controlar os estoques, e estabelecer para cada tipo de agregado conforme sua média produtiva em um quantitativo, de estoques de segurança, suficiente para atender a demanda e a reposição dos mesmos.

Diante das análises de dados apresentadas no presente trabalho conclui-se que em meio as variações de estoques de materiais de complexa medição no tocante de assegurar a quantidade aproximada da exatidão do quantitativo existente nos estoques, é possível estabelecer e definir um estoque de segurança que permita uma maior flexibilidade no processo produtivo sem produzir estoques desnecessários ou comprometer a entrega e qualidade dos produtos para cada cliente, bem como a redução de custos logísticos de movimentações e estocagem dos materiais.

Devemos, no entanto, definir que este é um estudo específico para uma unidade de produção e que não necessariamente garantirá para outras unidades o mesmo desempenho.

Como sugestão para trabalhos futuros, testar novos métodos de controle de estoques para auxiliar no processo de gestão da produção visando a otimização e redução de custos.

## REFERÊNCIAS

[1] Caldas, R.S. Relação entre a característica da rocha e o comportamento na britagem para produção de agregado. Projeto de Graduação – UFRJ/ POLI/ Curso de Engenharia Metalúrgica, 2015.

[2] Ching, H.Y. Gestão de estoques na cadeia de logística integrada: Supply chain. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

[3] Correa, H. L. Administração de cadeias de suprimentos e logística: o essencial. São Paulo: Atlas, 2014.

[4] Dias, M. A. P. Administração de materiais: princípios, conceitos e gestão. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

[5] Dias, M. A.P. Administração de materiais: uma abordagem logística. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2015.

[6] Trierweiller, A.C.; Azevedo, B.M.; Santos, R.L.F. Um modelo de planejamento e controle da produção em uma empresa de mineração em Santa Catarina. XXVIII Encontro nacional de engenharia de Rio de Janeiro, RJ, 2008.

[7] Pozo, H. Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística. 7. ed. Rio de Janeiro: Atlas 2015. Disponível em: http://pergamum.unisul.br/pergamum/biblioteca/index.php. Acesso em: 28 mar. 2018. Acesso restrito via Minha Biblioteca.

[8] Lelis, E. C. Administração de materiais. Pearson Education do Brasil, 2016.

[9] Tubino, D.F. Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

# Capítulo 15

## *Aplicação dos métodos de controle de estoque em uma loja de autopeças de pequeno porte*

*Higor Elir de Masso Santos*
*Gustavo Yuho Endo*
*Lechan Colares-Santos*
*Marco Antonio Catussi Paschoalotto*
*Eric Vinicius Lucion*

Resumo: Para satisfazer as necessidades de seus clientes, as empresas buscam diferentes métodos de controle com o objetivo de reduzir os custos e obter um nível de estoque ideal, por meio disso, obtêm-se os produtos desejados pelos consumidores no momento que for preciso, adquirindo maior vantagem competitiva no mercado. Nesse sentido, o objetivo geral do estudo foi buscar compreender os modelos de controle de estoque que proporcionem ferramentas capazes de equilibrar os níveis de estoque em uma empresa de autopeças de pequeno porte. Por meio da pesquisa bibliográfica documental, foram levantados os dados dos itens em estoque e os mesmos foram utilizados para calcular o sistema de classificação ABC e os métodos de estoque de segurança, estoque máximo, lote econômico de compra e o ponto de ressuprimento. Os resultados obtidos apontam que as ferramentas que podem colaborar com o gerenciamento de estoque é a Curva ABC e o estoque de segurança. Com base nos três primeiros itens classificados como "A" na Curva, os quais foram observadas que o estoque ficou zerado no período analisado, identificou-se que a utilização do estoque de segurança pode corroborar para que não ocorra mais falta dos itens, uma vez que esses possuem representatividade no faturamento da organização.

Palavras chave: Gestão da Cadeia de Suprimentos, Logística, Gestão de Estoque.

Artigo publicado nos Anais do IX Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção

## 1. INTRODUÇÃO

Diante da alta concorrência entre as organizações muitas buscam se manter no mercado atendendo aos consumidores de seus produtos finais de forma rápida e eficaz, disponibilizando a eles o nível de serviço adequado. Por isso, as empresas procuram planejar estratégias e métodos de logística para o controle de seus materiais e organizar melhor seus estoques para não faltar produtos e informações, assim atendendo à demanda e obtendo a satisfação de seus clientes.

Na gestão de estoques é definido quando e quanto comprar de um certo item, permitindo garantir a disponibilidade do produto no tempo e na quantidade correta, fazendo com que a organização tenha excesso de materiais armazenados ou a falta desses dentro do estoque. Dessa forma, se pode suprir a necessidade do cliente ou do processo de produção.

Em uma loja de varejo, a ausência de estoque leva o usuário a uma condição de perda de tempo, dinheiro e energia, além de não alcançar seu objetivo de comprar uma peça que satisfaça sua necessidade. Portanto, esse é o problema frequente que os consumidores encaram em uma compra. Logo, esse conceito leva a um sentimento de insatisfação do cliente, gerando consequência tanto para a loja quanto para o fornecedor (GRUBOR; MILICEVIC; DJOKIC, 2017). Esse fato é o que leva as empresas a planejar estratégias e ferramentas que ajudem a controlar seus recursos e gerenciá-los adequadamente, conseguindo por meio disso, vantagem competitiva no mercado.

Todo estoque armazenado e sem movimentação é tratado como dinheiro parado para a organização, acarretando em maior despesa por um recurso que não agrega valor a mesma. A fim de solucionar a questão em estudo, a pesquisa aborda ferramentas e métodos para auxílio do gestor na tomada de decisões no setor de estoques. A correta aplicação dos métodos e controle do estoque reduz as consequências da oscilação da demanda e atende ao consumidor no momento em que necessita de uma mercadoria, aumentando a confiabilidade do usuário e reduzindo o custo por excesso de produtos em estoque.

A empresa estudada, uma empresa do ramo de varejo de autopeças, passa por problemas causados por ruptura no estoque e consequente não atendimento a uma demanda imediata, não satisfazendo a necessidade do cliente no momento desejado. Além disso, realiza pedidos após obter a informação de que não há mais itens de um elemento, ocorrendo muitas vezes a falta de uma peça de grande importância em seu estoque. Além disso possui um elevado estoque de itens com menor demanda, que poderiam se apresentar em números menores.

Portanto, o estudo busca analisar e propor melhorias no controle de estoque de produtos acabados, comparando métodos para um gerenciamento adequado. Em virtude disso, pretende-se responder à seguinte pergunta nessa investigação: Quais métodos de controle podem contribuir para a melhor gestão de estoques de uma loja de autopeças?

Com o intuito de responder a pergunta de pesquisa, o objetivo geral do estudo foi buscar compreender quais modelos de controle de estoque que podem proporcionar equilíbrio dos níveis de estoque em um setor de autopeças de pequeno porte. Para isso é necessário cumprir os objetivos específicos que visam verificar os itens de maior importância em meio a uma classe específica de itens estocados aplicando-se o sistema de classificação ABC; nos itens de classe A, aplicar os métodos de controle de estoque, sendo, Lote econômico de compra, estoque máximo, estoque de segurança e o ponto de ressuprimento, buscando o mais eficiente para a loja estudada e, assim, propondo método mais eficiente de controle.

A presente pesquisa está organizada da seguinte forma: A primeira seção apresentou a contextualização o assunto, juntamente com a pergunta de pesquisa e os objetivos propostos. Na segunda seção o referencial teórico que sustenta a pesquisa. Posteriormente, na terceira seção, o percurso metodológico utilizado para o desenvolvimento desta. Na seção subsequente são apresentados os resultados obtidos na pesquisa e, por fim, a última seção traz as considerações finais do estudo.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

A atividade de administrar materiais é implementada nas organizações desde a origem da administração. Passou a criar forças após a logística se aglomerar por todas as regiões, obtendo um objetivo prioritário de atender toda a necessidade e adquirir a satisfação dos consumidores.

O modelo padrão de administração das empresas procura alcançar os objetivos relacionados em conciliar os interesses entre as necessidades de suprimentos e a otimização de recursos financeiros e operacionais

das mesmas (GONÇALVES, 2016).

Adentrando a gestão de estoques, a classificação ABC auxilia o gestor na identificação daqueles itens de maior importância depositados, onde esses elementos justificam maior atenção e controle em sua administração. Encontra-se a curva ABC por meio da colocação dos elementos em proporção de sua importância relativa. Portanto é usada na gestão de estoques, para definir as políticas de vendas, determinar os itens prioritários, programar a produção e outros problemas que são encontrados nas organizações (DIAS, 2012).

Slack, Chambers e Johnston (2009) ressaltam que seja qual for o montante de itens armazenados em estoque, haverá alguns que será de mais relevância do que outros para a organização. Entretanto para classificação desses elementos, é citada a lei de Pareto sendo referido como regra 80/20, pois é chamado assim em razão de 80% das vendas de uma atividade ser responsáveis por apenas 20% de todo grupo de materiais em estoque. Conforme citado acima, essa lei pode ser usada para classificar inúmeras classes de produtos guardados em estoque por seu fluxo de valor.

Pozo (2016) relata a ideia para complementar as categorias da curva ABC: (i) Itens da classe A: os dados classificados nesta categoria coincidem, em média, a 80% do seu valor monetário total e no máximo 20% dos itens investigados; (ii) Itens da classe B: corresponde, em média, a 15% do valor monetário total dos elementos estocados e no máximo 30% dos itens investigados; (iii) Itens da classe C: nessa classe, é representado por apenas 5% do valor monetário, pois, aproximadamente 50% dos itens constituem sua estrutura.

Adentrando aos métodos de controle de estoque, segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), grande parte dos produtos em estoque são controlados por meio de sistemas computadorizados, pelo fato de haver intenso número de cálculos referidos ao controle. Porém, os modelos de controle de estoques possibilitam ao gestor tomar a decisão da quantidade adequada que se deve comprar de um item no momento necessário. Autores como Slack, Chambers e Johnston (2009) e Moreira (2014) afirmam que o sistema de controle de estoque é composto de normas e métodos que possibilita tomar decisões.

Portanto, entende-se que um sistema de controle de estoque permite compreender o quanto e quando comprar de cada elemento estocado, seja para compra ou fabricação (MOREIRA, 2014).

O primeiro método de controle de estoque a ser apresentado é o lote econômico de compra (LEC), a qual Albertin e Pontes (2016) consideram que as decisões a respeito de quanto comprar de certa mercadoria e quantas vezes realizar pedidos são determinadas pelo cálculo do lote econômico de compras. Se a organização comprar uma alta porção de determinado produto, obterá redução do custo com colocação de pedidos, porém terá um aumento no custo de estoque.

Para o cálculo do LEC, Albertin e Pontes (2016) destacam a seguinte equação 1.

$$\mathrm{LEC} = \sqrt{\frac{2.\mathrm{D.C_p}}{\mathrm{C_e}}} \qquad (1)$$

Onde:

$LEC$ = Lote econômico de compra;
$C_p$ = Custo do pedido;
$D$ = Demanda anual da mercadoria em unidades;
$C_e$ = Custo de estocagem/custo de manter estoques.

Portanto a equação à cima mostra que para se obter uma quantia adequada de compra é preciso somente da demanda anual da mercadoria, do custo do pedido e do custo de estocagem. Porém se aumentar somente o custo de estocagem, a tendência é que o LEC diminua, e se obter um aumento apenas do custo do pedido é tendencioso que o LEC aumente (MOREIRA, 2014).

O segundo método de controle de estoque apresentado será o estoque máximo, segundo Pozo (2016), o estoque máximo resulta da somatória entre o estoque de segurança e o lote de compra. Seu ponto máximo é definido de modo que seu volume supere a soma dos valores do estoque de segurança com o lote, sendo o bastante para sustentar variações regulares de estoque em frente a dinâmica de mercado, obtendo a garantia de que não cresça o nível máximo de estoque e aumente os custos de manutenção dos itens depositados. Portanto, Pozo (2016) descreve o cálculo do estoque máximo na equação 2.

$$Emax = ES + LC \qquad (2)$$

Onde:

$Emax$ = Estoque máximo;
$ES$ = Estoque de segurança;
$LC$ = Lote de compra.

Já o estoque de segurança fornece a garantia de proteção contra a imprevisão da demanda, do período de espera pela organização e das modificações na oferta (RITZMAN; KRAJEWVISKI; MALHOTRA, 2010). Gasnier (2002) destaca que o estoque de segurança serve de apoio para satisfazer as incertezas causadas pela demanda e pode ser estipulado por meio da equação 3.

$$ES = Desvio\ Padrão\ x\ F.S \qquad (3)$$

Onde:

$ES$ = Estoque de segurança;
$F.S$ = Fator de segurança.

Já o ponto de ressuprimento, esse termo chamado de ponto de pedido ou ponto de reposição é definido por Morais (2015) como a quantia de itens em estoque que determina o instante que se deve efetuar a reposição ao estoque, sendo capaz de suprir às necessidades até receber os itens em espera do fornecedor.

Ponto de ressuprimento, como chamado na presente pesquisa, é o amontoado de elementos que se tem no estoque que assegura o processo de produção a não sofrer com causas contínuas, durante a espera da chegada do lote de compra, ao longo do tempo de reposição. Ou seja, quando um certo item estocado alcança seu ponto de pedido, é necessário fazer a reposição desse elemento no estoque, efetuando um pedido de compra (POZO, 2016).

Percebe-se que as definições feitas por Slack, Chambers e Johnston (2009), Morais (2015) e Pozo (2016) são de mesma natureza, mas a de Pozo (2016) possui mais detalhes do que se entente pelo ponto de ressuprimento ou pedido, refletindo que quando um item em estoque chega ao seu ponto de pedido, deve-se repor esse elemento no estoque e fazer um pedido de compra desse produto.

Gasnier (2002) cita que tradicionalmente o ponto de reposição é determinado a partir do estoque de segurança, acrescentando a quantia que corresponde à demanda média diária ao longo de um período de tempo (lead time) solicitado para efetuar o processo de reposição.

Em relação a isso, Pozo (2016) conceitua a equação 4 para o cálculo do ponto de pedido ou ponto de ressuprimento.

$$PP = (C\ x\ TR) + ES \qquad (4)$$

Onde:

$PP$ = Ponto de pedido (ponto de ressuprimento);
$C$ = Consumo normal da peça;
$TR$ = Tempo de reposição (*lead time*);
$ES$ = Estoque de segurança.

Após a apresentação do referencial teórico que direcionou essa pesquisa, na próxima seção, de metodologia, será apresentado o percurso metodológico utilizado na presente pesquisa.

## 3. METODOLOGIA

Esta pesquisa teve como procedimento metodológico a pesquisa aplicada, que conforme define Fleury e Werlang (2017), é o "conjunto de atividades nas quais conhecimentos previamente adquiridos são utilizados para coletar, selecionar e processar fatos e dados, a fim de se obter e confirmar resultados". Porém, no que se refere à pesquisa aplicada no trabalho em estudo, busca-se adquirir conhecimento sobre o tema do projeto e as ferramentas que serão aplicadas, levantando informações relevantes que colaboram para o desenvolvimento da pesquisa. Procura levantar os dados fornecidos pela empresa estudada, inseridos no sistema computacional da mesma. Portanto, os dados coletados serão selecionados

e processados nas fórmulas matemáticas das ferramentas, com intuito de compreender qual o método capaz de equilibrar os níveis de estoque da empresa estudada.

Assim sendo, para serem aplicados os métodos e o sistema de controle de estoque, serão utilizados os dados coletados de janeiro a dezembro de 2018. Logo, é preciso listar os dados relacionados ao preço unitário de vendas e quantidade de produtos vendidos em cada mês do ano, do conjunto de itens especificados na pesquisa. Além do mais, levantará também os dados do tempo de reposição e o tempo de atraso em meio aos fornecedores de seus produtos. Por fim, será necessário coletar os dados relacionados a contas de energia elétrica e água do estabelecimento, gastos com internet, telefone, escritório e salário dos funcionários envolvidos no processo de movimentação do estoque.

Na coleta de dados as técnicas abordadas será a pesquisa bibliográfica e pesquisa documental. De acordo com Gil (2002):

> A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho dessa natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas.

Portanto, na presente pesquisa essa técnica serve como apoio ao desenvolvimento do projeto, adquirindo maior conhecimento e informações sobre o tema proposto, os métodos e fórmulas empregadas, utilizando livros, artigos de eventos e periódicos, teses e dissertações.

Quanto à pesquisa documental, Gil (2002) descreve que é semelhante à pesquisa bibliográfica, pois se diferenciam somente na natureza das fontes de pesquisa, sendo:

> [...] a pesquisa bibliográfica se utiliza fundamentalmente das contribuições dos diversos autores sobre determinado assunto, a pesquisa documental vale-se de materiais que não recebem ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetos da pesquisa.

Dessa forma, com a pesquisa documental, pode-se obter os dados e informações levantados no presente trabalho por meio de sistema computacional utilizado pela empresa estudada, referentes de janeiro a dezembro de 2018, como os preços unitário dos produtos, quantidade mensal de itens vendidos e os custos relacionados à conta de energia elétrica e água.

Em relação à forma de análise dos dados, a pesquisa é de abordagem quantitativa, que é definida por Ramos, Ramos e Busnello (*apud* DALFOVO; LANA; SILVEIRA, 2008) como "tudo que pode ser mensurado em números, classificados e analisados. Utiliza-se de técnicas estatísticas". Se tratando da presente pesquisa, o tratamento dos dados, embasa-se em valores e quantidades numéricas, que por meio de cálculos estatísticos possibilita encontrar informações necessárias para determinar o resultado do projeto.

Após a coleta dos dados, por meio da pesquisa bibliográfica a qual serviu para nortear o referencial teórico e a pesquisa documental que são reunidos os dados e compilados em uma planilha do *Microsoft Office Excel* para serem executados os cálculos por meio das fórmulas matemáticas. No primeiro momento, por meio do preço unitário dos itens e o consumo mensal, é preciso calcular o valor do consumo médio acumulado e suas respectivas percentagens para definir os itens prioritários no sistema e na curva ABC.

Em seguida, por meio dos dados coletados, aplicará a fórmula do estoque mínimo, em meio aos itens identificados como prioritários para a empresa. Logo depois, a fórmula do estoque de segurança, a qual precisa ser determinado o desvio padrão da demanda e o fator de segurança. No estoque máximo, para o seu cálculo, é necessário utilizar o resultado encontrado no estoque de segurança e o lote de compras. Logo em seguida, será calculado o lote econômico de compras, que para atingir seu resultado necessita estabelecer o custo de pedido, custo de estocagem e utilizar a demanda anual de itens vendidos. Por fim, por meio do consumo normal dos itens, tempo de reposição e o resultado do estoque de segurança, possibilitará determinar o ponto de ressuprimento.

Contudo, por intermédio da aplicação detalhada das fórmulas de cada método, será observado os resultados obtidos em cada modelo de controle de estoque, determinando o mais apropriado para o gerenciamento de estoque da organização investigada.



## 4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção é analisado o método de classificação ABC que, conforme já discutido no referencial teórico, serve de auxílio para identificar os itens prioritários investigados na pesquisa.

Foram analisados no período de janeiro a dezembro de 2018, um total de 107 itens de uso automotivo, classificados como óleos para motores, óleos para câmbios, óleos para direção hidráulica, fluídos para freios, aditivos para radiadores, filtros de óleo, filtros de combustível, filtros de ar, entre outros variados que proporcionaram a análise da pesquisa. Na Tabela 1 são identificados três tipos de classificações, classe A com orientação de corte de 80%, classe B com orientação de corte de 95% e a classe C com orientação do corte de 100%.

Dos componentes analisados, verifica-se que são agrupados 22 itens na classe A, que correspondem a 20,56% do total de produtos estudados e 79,49% da proporção de valor. Para a classe B são identificados 23 itens, correspondentes a 21,50% do total de produtos analisados e 14,33% da proporção de valor. Por fim, foram encontrados 62 itens que são representados pela classe C, que correspondem a 57,94% do total de produtos investigados e 6,18% do valor econômico estocado.

Tabela 1 – análise dos itens da Curva ABC

| CLASSES | CORTE | QTD DE ITENS | PROPORÇÃO DE ITENS | PROPORÇÃO DE VALOR |
|---|---|---|---|---|
| A | 80% | 22 | 20,56% | 79,49% |
| B | 95% | 23 | 21,50% | 14,33% |
| C | 100% | 62 | 57,94% | 6,18% |
| TOTAL | | 107 | 100,00% | 100,00% |

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Para a execução do cálculo dos métodos de controle de estoque definidos no referencial teórico, serão analisados os 22 itens classificados como A, sendo que para a empresa estes demonstram maior representatividade sobre o consumo e o aspecto financeiro da mesma.

Na Tabela 2 são apresentados os 22 itens classificados como A, a partir da Curva ABC. São apresentados os resultados do lote econômico mensal, o estoque máximo, o estoque de segurança e o ponto de ressuprimento.

Tabela 2 – Resumo dos resultados obtidos a partir dos métodos de controle de estoque

| Item | Descrição | Curva ABC | LEC Mensal | Estoque Máximo | Estoque de Segurança | Ponto de Ressuprimento |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | OLEO IPIRANGA 20W50 F1 MASTER | A | 3,03 | 117,21 | 58,21 | 294,21 |
| 2 | OLEO LUBRAX 20W50 ESSENCIAL SJ | A | 2,99 | 100,41 | 44,74 | 323,08 |
| 3 | OLEO IPIRANGA 15W40 F1 MASTER | A | 4,40 | 55,04 | 31,04 | 127,04 |
| 4 | OLEO VR MULTIFLEX 20W50 SL | A | 3,79 | 79,54 | 45,54 | 215,54 |
| 5 | OLEO IPIRANGA 10W40 SINTETICO F1 MASTER | A | 6,17 | 42,10 | 28,10 | 84,10 |
| 6 | OLEO SHELL 15W40 HX6 FLEX | A | 6,53 | 48,51 | 34,51 | 132,51 |
| 7 | OLEO SHELL 5W30 HX8 | A | 6,08 | 39,97 | 28,97 | 105,97 |
| 8 | OLEO LUBRAX GL5 90 | A | 4,86 | 44,12 | 26,12 | 116,12 |
| 9 | FILTRO OLEO MANN W7MULTI3/4-D | A | 5,66 | 42,06 | 27,06 | 132,06 |
| 10 | FILTRO OLEO MANN W7MULTI3/4S | A | 6,17 | 37,42 | 23,42 | 121,42 |
| 11 | OLEO SHELL 20W50 HX3 | A | 7,96 | 43,04 | 31,04 | 115,04 |
| 12 | FILTRO OLEO MANN W7MULTI18 | A | 5,83 | 31,92 | 18,92 | 109,92 |
| 13 | OLEO LUBRAX 5W30 VALORA | A | 8,00 | 28,69 | 20,69 | 60,69 |
| 14 | FLUIDO PARA FREIOS VARGA DOT3 500ML | A | 6,52 | 39,55 | 27,05 | 89,55 |
| 15 | OLEO CASTROL 2T | A | 9,45 | 29,48 | 22,81 | 56,14 |
| 16 | OLEO LUBRAX 15W40 TECNO | A | 7,59 | 28,69 | 20,69 | 60,69 |
| 17 | FLUIDO PARA FREIOS RADNAQ DOT3 500ML | A | 5,57 | 35,64 | 21,64 | 91,64 |
| 18 | OLEO LUBRAX CH4 15W40 TURBO | A | 10,68 | 33,06 | 26,06 | 61,06 |
| 19 | OLEO IPIRANGA 5W30 F1 MASTER SINTETICO | A | 8,30 | 25,01 | 19,01 | 43,01 |
| 20 | ADITIVO RADNAQ LONG LIFE T-5 CONCENTRADO ROSA | A | 5,76 | 28,06 | 13,06 | 88,06 |
| 21 | OLEO IPIRANGA 25W60 F1 MASTER | A | 5,08 | 38,10 | 28,10 | 68,10 |
| 22 | ADITIVO RADIADOR PARAFLU BIO | A | 7,08 | 17,82 | 10,82 | 45,82 |

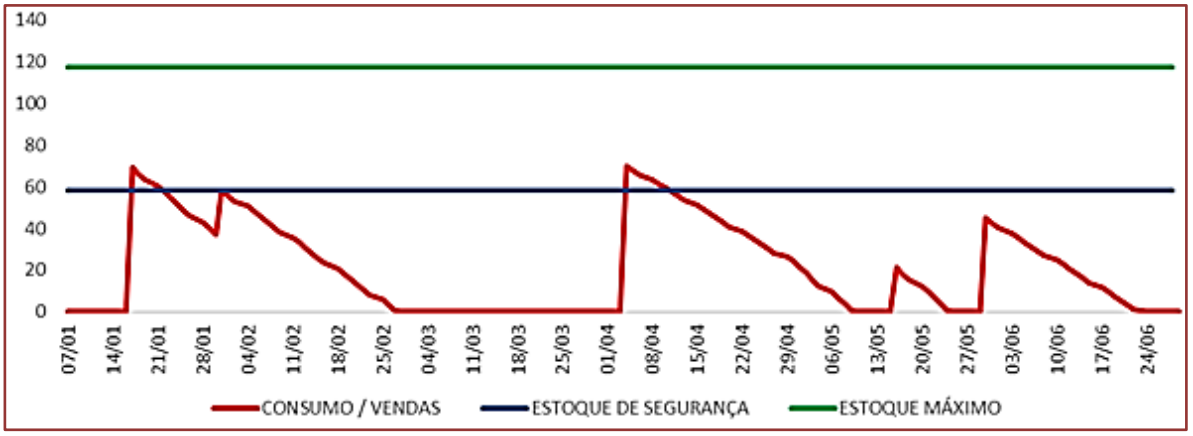
Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Na Figuras 1, 2 e 3 são apresentados os comportamentos de venda dos três primeiros itens considerados como A, o período considerado foi de 07/01/2019 a 29/06/2019. Para análise dos itens, foram considerados o comportamento das vendas / consumo dos itens com base nos dados coletados da organização. Já o estoque máximo e o estoque de segurança, esses foram calculados no presente estudo.

Na Figura 1 é apresentado o comportamento do Óleo Ipiranga 20W50 F1 Master e com base na linha vermelha é possível identificar que no período o estoque foi reposto 5 vezes. Nota-se que o item iniciou o ano com o estoque zerado e em 4 momentos no decorrer do período o estoque desse item se encontrou zerado, podendo acarretar em falhas de suprimento no mercado.

Foram acrescentados na análise a linha azul, sendo o estoque de segurança e a linha verde, sendo o estoque máximo. No que se refere ao estoque máximo em nenhum momento no período o estoque chegou próximo da quantidade de estoque máximo. Em apenas dois momentos no período o estoque teve uma quantidade acima do estoque de segurança. Nesse caso, se a organização se utiliza o estoque de segurança poderia se precaver das faltas que ocorrem no período analisado.

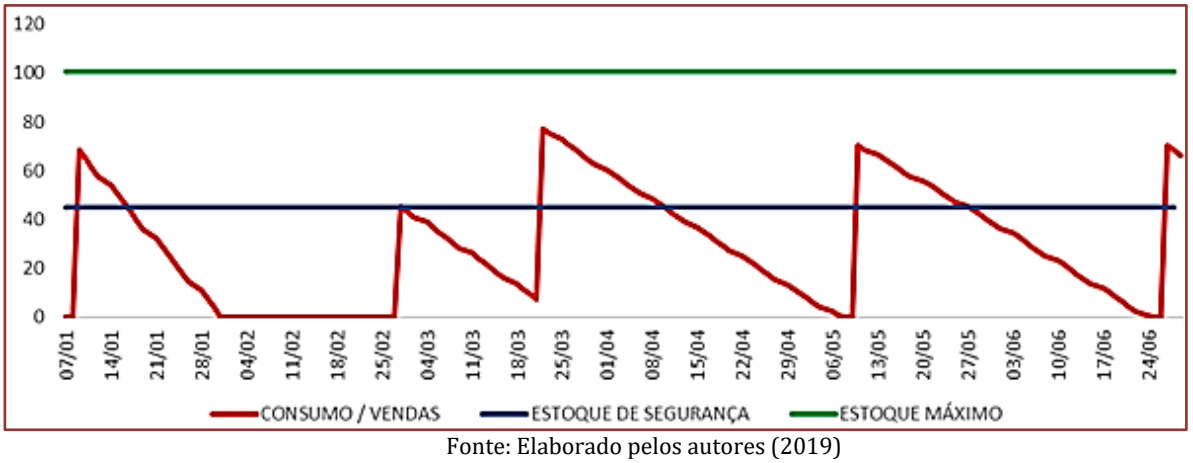
Figura 1 – Análise do item Óleo Ipiranga 20W50 F1 Master




Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Na Figura 2 é analisado o item Óleo Lubrax 20W50 Essencial SJ observa-se que o item foi reposto 5 vezes no período, em duas ocasiões o estoque chegou próximo de estar zerado, porém logo o estoque foi reposto. Nota-se que houve falta do produto no mês de fevereiro e, em 4 momentos o estoque esteve acima do estoque de segurança. Assim como no item anterior, a organização pode acrescentar o estoque de segurança em sua análise para que não ocorra mais falta do item.

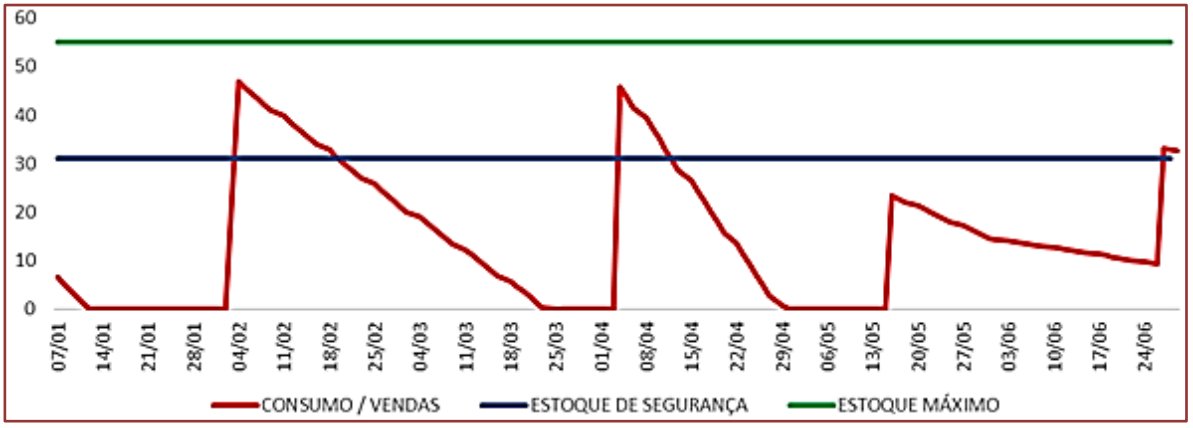
Figura 2 – Análise do item Óleo Lubrax 20W50 Essencial SJ




Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Por fim, na Figura 3 é apresentada a análise do item Óleo Ipiranga 15W40 F1 Master, em dois momentos o estoque esteve acima do estoque de segurança. Nota-se que em três momentos o estoque desse produto ficou zerado. No início de junho pode-se verificar que houve uma diminuição nas vendas / consumo do item em análise. Devido a recorrência do estoque ficar zerado, sugere-se a organização leve ao menos em consideração a utilização do estoque de segurança.

Figura 3 – Análise do item Óleo Ipiranga 15W40 F1 Master




Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Após a análise dos três itens, observa-se semelhanças entres os mesmos. Todos os itens que foram analisados os estoques ficaram zerados no período, ou seja, se a organização quisesse vender algum desses produtos em determinadas datas não conseguiriam, pois não tinham disponibilidade do produto.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento deste estudo, identificou-se que a organização em estudo não possui uma sistematização para a análise de estoque de seus itens, realizando as compras dos itens de acordo com a experiência do gestor ou oportunidades que surgem no mercado, o que faz com que itens com menor fluxo se encontrem em níveis elevados de estoque, e itens com maior consumo e importância para a empresa, apresentem rupturas de abastecimento.

Nesta perspectiva, o presente trabalho atende ao objetivo onde se propôs a identificar quais ferramentas de controle poderiam auxiliar a empresa a melhorar seu desempenho em controle de estoques, evitando assim que novas rupturas aconteçam, propondo então a aplicação da ferramenta Curva ABC e cálculo dos Estoques Máximo e de Segurança, assim como Ponto de Ressuprimento.

Desta forma, como sugestões para que a organização possa melhorar o gerenciamento de estoques, sugere-se que a mesma utilize da Curva ABC para identificar seus itens de estoque críticos, os quais não podem faltar devido a sua representatividade no faturamento da organização. Recomenda-se ainda a aplicação dos cálculos apresentados a fim de se encontrar os respectivos níveis de manutenção adequados, quer permitam ao atendimento pleno das demandas do mercado e suportem possíveis oscilações com maior eficiência, sem impactar os custos da organização.

Com base nos três itens primeiro itens classificados com “A” na curva ABC, as quais foram observadas que o estoque ficou zerado no período analisado. A utilização do estoque de segurança pode corroborar para que não ocorra mais falta dos itens, uma vez que esses itens possuem representatividade no faturamento da organização.

A Curva ABC e os demais cálculos são ferramentas que vêm sendo amplamente aplicadas devido sua eficácia na gestão de estoques. Facchini, Silva e Leite (2019) apresentaram os resultados encontrados a partir da aplicação da curva e estoque de segurança em uma distribuidora de materiais de incêndio, a qual tal como a emprega estudada neste artigo, apresentava excesso de produtos com não tanta significância para a empresa, o que acarretava em custos desnecessários, problema que pode ser solucionado com a aplicação das ferramentas.

Outro estudo que demonstra a importância da aplicação de ferramentas adequadas para gestão de estoques foi apresentado por Almeida et. al. (2017), o qual identificou que os estoques mal gerenciados de

uma empresa de comunicação visual proporcionaram rupturas de estoque e, consequentemente, falhas na produção.

A solução apresentada foi a aplicação da curva ABC para segmentar os produtos e, em seguida, aplicação do gráfico dente de serra, calculando-se estoques mínimos e máximos, estoque de segurança e ponto de ressuprimento.

Já contribuição na mesma área de negócios deste presente estudo encontra-se o apresentado por Rufino, Fracarolli e Junior (2018), os quais combinaram a Curva ABC com um método de tomada de decisão multicritério denominado TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*), em uma empresa de autopeças. Os resultados desta aplciação permitiram à empresa melhorar a gestão de estoques e a decisão de compra dos produtos.

Entende-se como limitações do estudo: (I) foram analisadas somente as informações disponibilizadas pela organização, não adentrando em profundida para entender os motivos pelas quais faltaram itens no período analisado; (II) o estudo foi realizado em apenas uma organização, ou seja, os resultados obtidos só podem ser considerados para a realidade dessa organização.

Como sugestões de trabalhos futuros: (I) realizar os cálculos das ferramentas de gestão de estoque e, buscar compreender de forma mais profunda a realidade da organização. Buscando entender os motivos pelas quais houve falta dos itens, se foi por uma falha no gerenciamento do estoque ou por problemas nos fornecedores.

## REFERÊNCIAS

[1] Albertin, M. R.; Pontes, H. L. J. Administração da produção e operações. ed. Curitiba: InterSaberes, 2016.

[2] Almeida, Carlos A. et. al. Aplicação de ferramentas de gestão de estoques em uma empresa de comunicação visual. Revista H-Tec Humanidades e Tecnologia, v.1, n.2, p. 29 – 46, jul./dez. 2017.

[3] Dalfovo, M. S.; Lana, R. A.; Silveira, A. Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico. Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau – SC, v.2, n. 4, p. 01–13, 2008.

[4] Dias, M. A. P. Administração de materiais: princípios, conceitos e gestão. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

[5] Facchini, Eduardo; da Silva, Juliano Rubens; Leite, Vitor Machado. Curva ABC e Estoque de Segurança como solução para redução de estoques. South American Development Society Journal, v.5, n.13, p. 73 – 88, 2019.

[6] Fleury, M. T. L.; Werlang, S. R. C. Pesquisa aplicada: conceitos e abordagens. Anuário de Pesquisa GVPesquisa, p. 10 – 15, 2017. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/apgvpesquisa/article/viewFile/72796/69984>. Acesso em: 09 abr. 2019.

[7] Gasnier, D.G. A dinâmica dos estoques: guia prático para planejamento, gestão de materiais e logística. ed. São Paulo: IMAM, 2002.

[8] Gil, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

[9] Gonçalves, P. S. Administração de materiais. 5.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

[10] Grubor, A.; Milicevic, N.; Djokic, N. O impacto da satisfação comercial nas reações do consumidor às situações de falta de estoque. Revista Brasileira de Gestão de Negócios, São Paulo, v. 19, n. 66, p. 520–537, out/dez. 2017.

[11] Morais, R. R. Logística empresarial. 1.ed. Curitiba: InterSaberes, 2015.

[12] Moreira, D. A. Administração da produção e operações. 2. ed. São Paulo: Cangage Learning, 2014.

[13] Pozo, H. Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

[14] Ritzman, L. P.; Krajewski, L. J.; Malhotra, M. K. Administração de produção e operações. 8.ed. São Paulo: Pearson, 2010.

[15] Rufino, Milena C. S.; Fracarolli, Rodrigo L.; Junior, Francisco R. L. Combinando o Método Topsis e a classificação ABC de estoques: uma aplicação em uma empresa comercial de autopeças. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.4, n. 6, p. 3371 – 3385, out./dez. 2018.

[16] Slack, N.; Chambers, S.; Johnston, R. Administração da produção. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2009.

# Capítulo 16

## *Logística e gestão da cadeia de suprimentos: Uma revisão integrativa*

*Kimberlee Josiene Bonatto*
*Lilian Vanessa Neris Souza*
*Deidson Vitorio Kurpel*
*Rafaela Aparecida de Almeida*
*Manon Garcia*
*Marta de Fátima Vencato*

Resumo: Com a constante evolução sistemática do fluxo de informações, profissionais da Logística tem buscado formas de otimizar os processos entre os diversos elos que compõem uma cadeia de suprimentos, a fim de reduzir custos e obter estratégias competitivas de mercado. O presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados de uma revisão integrativa sistêmica sobre a temática da gestão da cadeia de suprimentos. Os dados coletados dos artigos selecionados foram submetidos à análise estatística e aos softwares UCINET e NetDraw, com o intuito de identificar a formação, reincidência e a convergência dos critérios de busca da pesquisa com as palavras-chave apresentadas nas redes de conexão. Finalmente, o presente trabalho permite a consolidação de conhecimentos sobre o tema pesquisado, podendo servir como base para novas pesquisas na área.

Palavras chave: Logística, cadeia de suprimentos, tecnologia da informação, revisão integrativa sistêmica.

## 1 INTRODUÇÃO

Com a volatilidade e instabilidade que a globalização e a tecnologia trazem consigo, as organizações precisam otimizar e melhorar seu relacionamento com seus colaboradores e clientes por meio do gerenciamento da cadeia de suprimentos com produção enxuta. Para tanto, contam com a interação de sistemas de informação para contribuir neste sentido. Desta forma, a tomada de decisão na implementação de novos processos tem em seu contexto diversas variáveis e propostas de soluções, mas que precisam de fato contribuir com os resultados organizacionais.

Sendo assim, este trabalho tem por objetivo apresentar os resultados de uma revisão integrativa realizada de forma sistêmica. Tal revisão analisou pesquisas e estudos de caso que tratam de logística, com enfoque em cadeia de suprimentos, publicados entre 2000 e 2018 em periódicos nas áreas da Administração e Engenharia de Produção indexados nas bases de dados Portal de Periódicos da Capes e SciELO.

A metodologia da revisão integrativa oferece como método a sistematização dos dados e informações coletadas de forma qualitativa e quantitativa, com técnicas estatísticas e também com utilização de software para formação de conexões e redes (UCINET e NetDraw), contribuindo como demonstração do estado das pesquisas sobre o tema e também indicadores de pesquisas futuras.

Este trabalho se justifica em razão de que as constantes mudanças nestas áreas, que demandam estudos e pesquisas com o objetivo de proporcionar o conhecimento das práticas adotadas, de modo a contribuir com o processo de tomada de decisão para organizações que buscam diferenciais competitivos no mercado.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A logística ganha força a partir da Segunda Guerra Mundial, deliberando, nesse momento, sobre as funções de abastecimento (armas e alimentos), movimentação, postos de descanso e transporte (BANDEIRA & PEINADO, 2010).

Dentro das organizações, a partir da década de 1980, a logística passa a atuar de forma integrada junto a outros departamentos, agregando funções a própria área. Com as constantes evoluções nas operações, a logística integrada culminou na chamada cadeia de suprimentos, envolvendo todos os elos de um ciclo logístico – ou seja, desde o início do processo, passando pelo fornecedor, produção, distribuição até chegar ao cliente final (MACHLINE, 2011).

O termo Supply Chain (Cadeia de Suprimentos) destaca a concentração de todos os elos relacionados às atividades logísticas e a produção, determinando uma visão sistêmica de todo o processo (WANKE & CORREA, 2014). Tal termo é definido como um fluxo de materiais e informações concatenados, objetivando atender o cliente final. Esse fluxo constante de informação agrega valor ao produto ou a prestação de serviços, além de trazer inúmeras vantagens competitivas, aumentando a lucratividade.

A cadeia de suprimentos funciona como um sistema de subsistência em tempo integral entre todos os elos da cadeia logística. Na busca pela garantia da eficiência aos procedimentos realizados, tornou-se fundamental um bom gerenciamento dos atores envolvidos, especialmente no que tange aos fornecedores de matéria-prima e insumos secundários, pois estes são críticos ao desenvolvimento da sua atividade principal. A garantia de bons fornecedores torna a produção ágil e assertiva, minimizando os erros e o lead time no atendimento ao cliente final (WANKE & CORREA, 2014).

Quanto maior a interação entre os elos da cadeia, menor será o custo envolvido no manuseio dos produtos, na estocagem dos insumos e na alteração das previsões de demanda (GRAEML & PEINADO, 2014). A troca de informações dentro do processo gera uma relação intensa e homogênea entre os envolvidos de forma estável a longo prazo (VANALLE & SALLES, 2011), agregando valor ao cliente final.

Destaca-se que a gestão da cadeia de suprimentos encontra diversos desafios ao longo do tempo. Para acompanhar mudanças do consumidor, as empresas buscam desenvolver um processo personalizado às necessidades do cliente. No entanto, se houver uma falha na recepção ou transmissão destas informações pode-se criar uma ruptura na cadeia e desencadear um gargalo logístico com perdas de alto custo (GUARNIERI & HATAKEYAMA, 2010).

A crescente ascensão mercadológica traz conflitos e desafios à cadeia de suprimentos, pois uma vez que o cliente possui maior acessibilidade ao mercado expositor, seu poder de escolha do fornecedor aumenta e se define pelo seu perfil aquisitivo (SOUZA et al., 2006).

Visando essa mudança no perfil dos consumidores, aliado ao seu maior poder de compra, as empresas têm desenvolvido seus processos empenhando-se em novos meios de adaptar a sua cadeia logística à demanda do seu cliente, utilizando as soluções tecnológicas disponíveis à seu favor, onde a utilização da Tecnologia da Informação (TI) evidência a busca pela melhoria contínua dos processos e a necessidade do compartilhamento das informações em tempo real (CHULKOV, 2017).

A utilização da tecnologia da informação possibilita inúmeros benefícios como: compartilhamento de informações, eficiência nos sistemas operacionais, desenvolvimento dos canais de venda e pós-venda, monitoramento do estoque e dos produtos em trânsito (em fabricação), além de flexibilizar o controle e o planejamento estratégico (COSTA et al., 2015).

Embora a implantação de um sistema possa ser inicialmente extenuante, ele torna-se eficiente após a sua conclusão e uso efetivo, uma vez que os mais diferentes sistemas podem ser integrados, auxiliando na gestão de estoques, frota, relacionamento com o consumidor ou fornecedores e até mesmo no planejamento de longo prazo (COSTA et al., 2015).

Nesse sentido, a utilização de um software que monitore a cadeia produtiva pode trazer lucratividade e eficiência ao processo, o desenvolvimento e adaptação da cadeia de suprimentos ao uso de novas tecnologias passam a beneficiar e transformar custos em oportunidades e diferencial competitivo frente aos concorrentes (GRAEML & PEINADO, 2014).

Segundo Platt & Klaes (2010), dentre os sistemas ou softwares mais utilizados na gestão da cadeia de suprimentos, destacam-se:

ERP: Enterprise Resource Planning ou Sistema Integrado de Gestão Empresarial, composto por módulos de acesso capaz de integrar todos os departamentos e os demais softwares ao processo da empresa em sua base de dados estruturada conforme a necessidade da empresa, ou seja, é um sistema personalizado de acordo com cada segmento de atuação;

SCP: o Supply Chain Planning ou planejamento da cadeia de suprimentos, contempla módulos de previsão de demanda que auxiliam o planejamento e execução dos processos entre os diferentes elos da cadeia;

CRM: o Customer Relationship Management ou Gestão de Relacionamento com o Cliente, é o sistema que permite a gestão do relacionamento com o cliente, responsável pelas informações que impactam a demanda e controle das garantias do produto;

TMS: o Transportation Management Systems ou Sistema de Gerenciamento de Transporte, permite coordenar as operações de roteirização, cálculo de frete, controle de combustível e pneus, otimização de veículos e melhor escolha do modal de transporte.

Outras importantes funcionalidades sistêmicas vinculadas as atividades de transporte dizem respeito aos sistemas de rastreamento, que permitem transmissão de localização via satélite em tempo real de veículos, permitindo maior segurança e aos sistemas de roteirização que permitem traçar rotas com menores distâncias e com maior otimização dos veículos (PLATT & KLAES, 2010).

Quanto trata-se de estoques e armazéns o mais conhecido dos sistemas é o WMS (Warehouse Management System), que permite a otimização e operacionalização de atividades, tais como a definição de endereçamento de produtos, a divisão por famílias, o tipo de armazenamento (método de alocação em prateleiras, Flow Hack ou Drive In), definição de layout, além de potencializar as atividades do armazém e otimizar o espaço (RIBEIRO, 2013).

A utilização de softwares na cadeia de suprimentos reflete-se em impactos diretos às organizações, tais como aumento na velocidade das informações, flexibilidade de produção e competitividade frente aos concorrentes, afetando fundamentalmente a coordenação interorganizacional entre os elos participantes, garantindo a transmissão da informação (BANDEIRA & MAÇADA, 2008). Mudanças de informações ocorrem de forma muito rápida e muitas vezes a produção não consegue acompanhar, tornando o lead time do processo longo e ocasionando a necessidade de um replanejamento estratégico (WANKE & CORREA, 2014).



## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

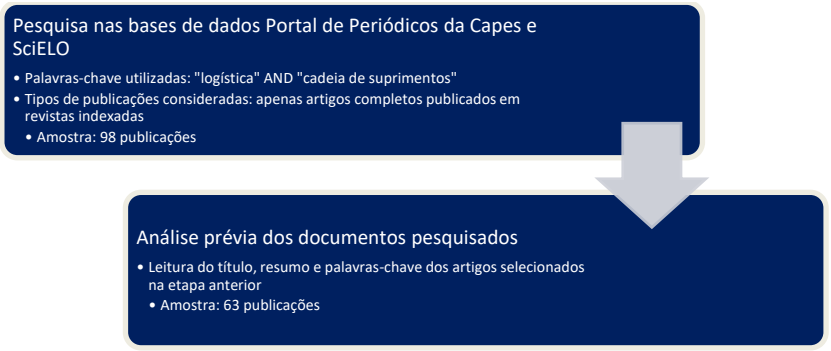
A técnica de revisão integrativa sistêmica (SAMPAIO & MANCINI, 2007) realizada utilizou-se de métodos qualitativos e quantitativos, buscando construir um referencial teórico acerca de logística, em especial quanto ao uso de tecnologias de informação aplicadas à gestão da cadeia de suprimentos, por meio de uma

avaliação das evidências expostas em artigos científicos pesquisado nas bases Portal de Periódicos da Capes e SciELO. O critério base da pesquisa foi a pesquisa nos referidos portais pelas palavras-chave "logística" e "cadeia de suprimentos". Optou-se por analisar apenas artigos completos publicados em periódicos; excluindo-se artigos publicados em anais de eventos, resumos expandidos, teses e dissertações.

O período de pesquisa ocorreu entre os meses de junho e agosto de 2019, utilizando como base para o recorte temporal artigos com data de publicação entre 2000 e 2018, em periódicos nacionais e internacionais. Tamanha linha temporal foi utilizada para capturar a maior quantidade possível de artigos relacionados aos temas propostos. Ao fim desta etapa, a pesquisa nas duas bases de dados resultou em um total de 98 publicações.

A partir desse resultado, buscou-se selecionar apenas publicações relacionadas ao tema de pesquisa, excluindo, após a leitura do título, resumo e palavras-chave, artigos que não abordavam nenhum conceito referente à logística e/ou cadeia de suprimentos. Desse modo, ao fim da etapa de coleta de dados, um total de 35 artigos foram excluídos, resultando em uma amostra final contendo 63 publicações. A figura 1 apresenta um fluxograma com as etapas para obtenção da amostra final.

Figura 1 – Etapas da coleta de dados para análise bibliométrica.




Fonte: elaborado pelos autores (2019).

Os dados coletados foram compilados em planilha de Excel contendo os seguintes dados: título do artigo, palavras-chave, autores, ano de publicação e o título do periódico. Então, procedeu-se à análise bibliométrica dos dados da amostra. Tal análise consiste na obtenção de estatísticas descritivas, que buscam traçar um perfil dos autores e dos periódicos no que diz respeito ao número de publicações ao longo do tempo, bem como na obtenção de redes de convergência na base dos dados resultantes da pesquisa. A fim de identificar conexões e formação de redes, nos dados coletados, foi utilizado o software UCINET, pacote de software para a análise de dados de redes sociais, que inclui a ferramenta de visualização da rede NetDraw, software este utilizado por pesquisadores e empresas para o desenvolvimento do estudo de redes de associação ou conexões entre diferentes variáveis de análise.

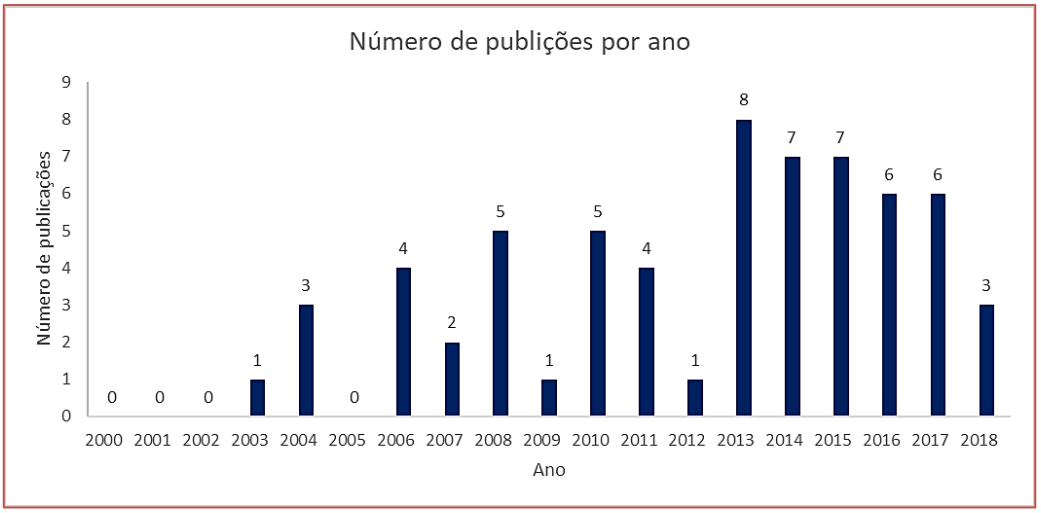
A próxima seção tem como finalidade expor as informações a partir da compilação dos dados obtidos na revisão integrativa sistêmica.

## 4 REVISÃO INTEGRATIVA SISTÊMICA

Dentre as análises efetuadas com a amostra coletada, primeiramente buscou-se traçar um panorama quanto à quantidade de artigos publicados ao longo dos anos, conforme mostra a figura 2.

É possível perceber que a pesquisa acerca de logística e cadeia de suprimentos no século XXI apresentou, até o ano de 2009, um caráter de bastante variação: enquanto em alguns anos não houve nenhuma publicação, como no período de 2000 a 2002 e no ano de 2005, em certos anos atingiu-se um pico de produção. Um exemplo disso é o ano de 2008, quando 5 artigos foram publicados. Já a partir de 2010, o ritmo de publicação tem se mantido constante, devendo-se destacar o ano de 2013, que consiste no ápice de publicações na amostra analisada. Os 8 artigos publicados sobre logística e cadeia de suprimentos neste ano constituem 12,7% da amostra.

Figura 2 – Evolução temporal da quantidade de artigos publicados.




Fonte: elaborado pelos autores (2019).

Dentre os autores dos artigos que compõem a amostra, destaca-se o trabalho de R. A. M. Bandeira, responsável pela autoria de três artigos. Estes artigos são fortemente centrados no conceito de cadeia de suprimentos, buscando mostrar sua importância tanto no âmbito privado (BANDEIRA & MAÇADA, 2008) quanto em políticas públicas (COSTA et al., 2015). Outros autores com expressivo número de publicações estão em destaque na figura 3.

Figura 3 – Número de publicações por autor.

Fonte: elaborado pelos autores (2019).

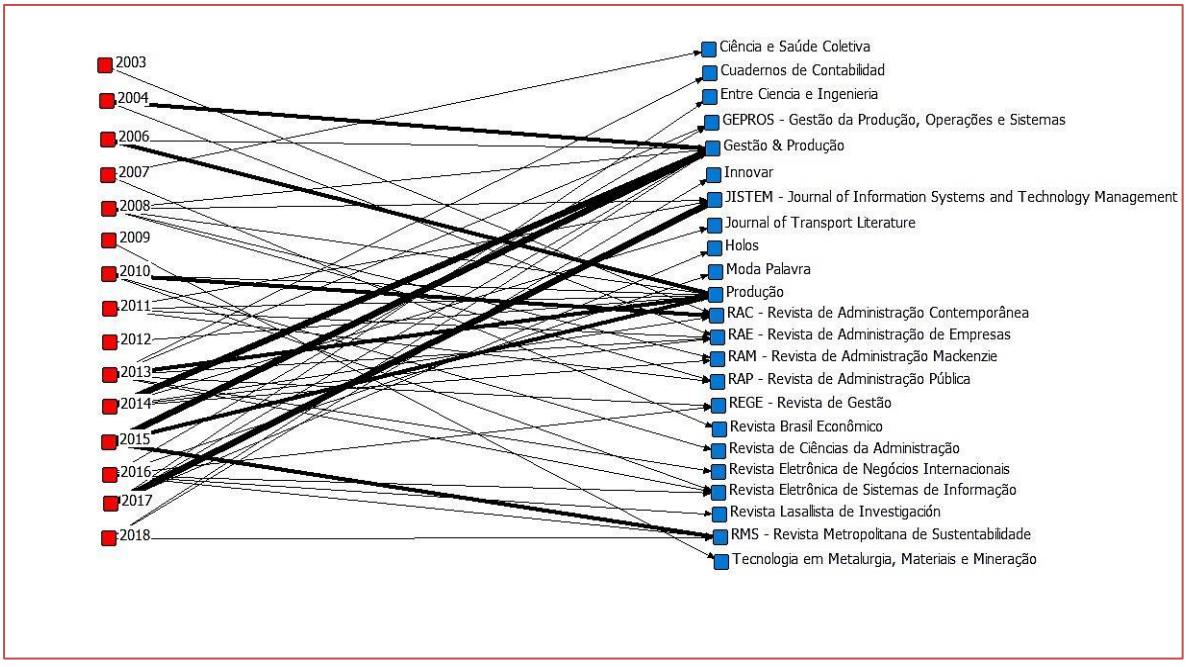
Ao realizar a análise das revistas que com maior número de artigos sobre o tema, destaca-se a preponderância dos periódicos Gestão & Produção e Produção, conforme mostra a figura 4. Juntas, essas revistas publicaram 22 artigos sobre logística e cadeia de suprimentos, concentrando 34,92% das publicações sobre o tema no período pesquisado.

Figura 4 – Classificação dos periódicos quanto ao número de publicações.

Fonte: elaborado pelos autores (2019).

Tais informações são corroboradas ao realizar a análise de dados por meio da associação de redes de conexões. A figura 5 possibilita a análise de correlação entre as incidências de publicação, por ano, relacionadas aos periódicos com maior número de submissões e publicação. É reforçada a informação do aumento de publicações a partir do ano de 2013 e confirma-se o maior índice de publicações nos periódicos Gestão & Produção (anos de 2004, 2014 e 2015), Journal of Information Systems and Tecnology Management (2017) e Produção (2006, 2013 e 2015).

Figura 5 – Rede relacional ano de publicação x períodos.




Fonte: elaborado pelos autores (2019).

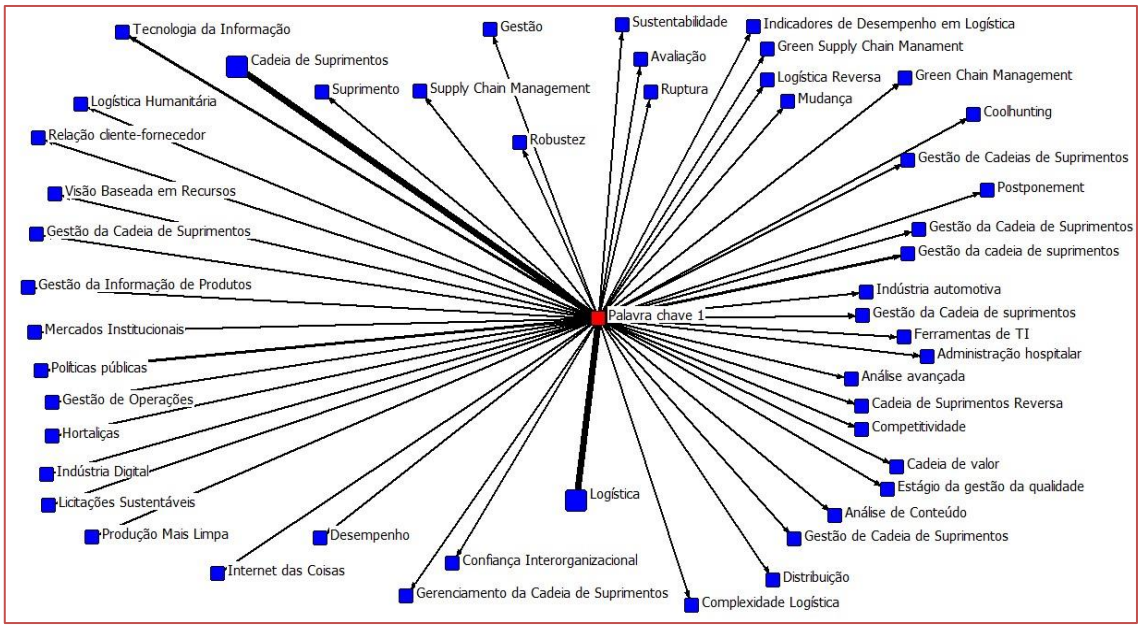


Uma revisão sistêmica, assim como outros tipos de estudo de revisão, é uma forma de pesquisa que utiliza como fonte de dados, produções científicas sobre determinado tema. Por meio deste tipo de investigação é disponibilizado um resumo das evidências relacionadas a uma estratégia de intervenção específica, mediante a aplicação de métodos explícitos e sistematizados de busca, apreciação crítica e síntese da

informação selecionada. As revisões sistêmicas são particularmente úteis para integrar as informações de um conjunto de estudos realizados separadamente sobre determinada temática, podendo apresentar resultados conflitantes e/ou coincidentes, bem como identificar temas que necessitam de evidência, auxiliando na orientação para investigações futuras (SAMPAIO & MANCINI, 2007).

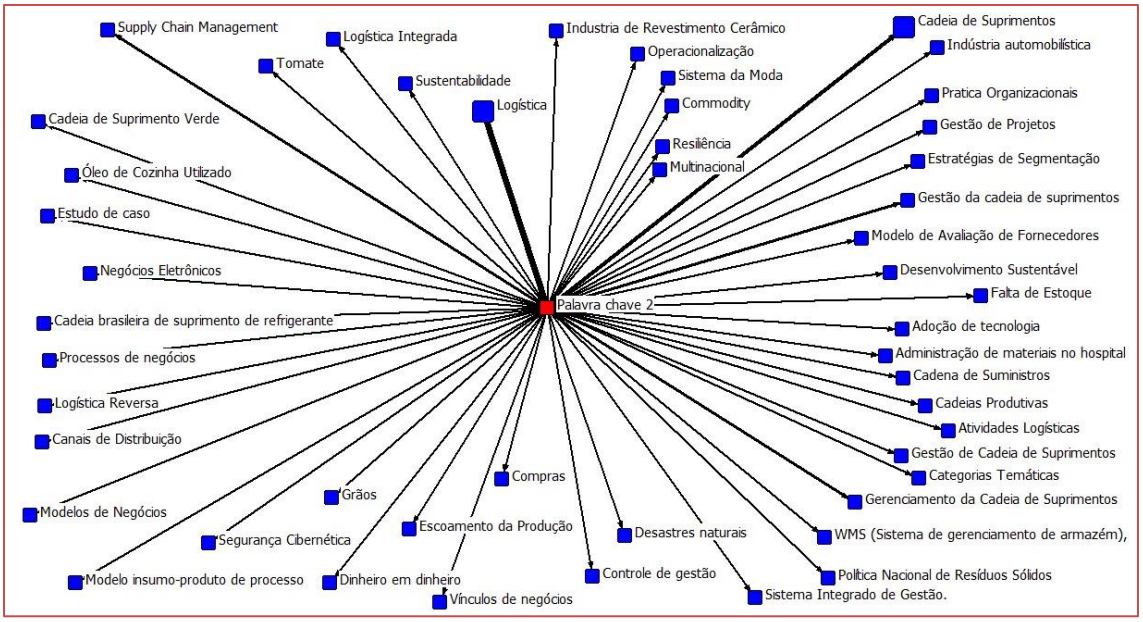
Neste sentido, a partir das palavras-chave 1, 2 e 3 encontradas nos 63 artigos pesquisados, foram elaboradas redes de conexões a fim de validar a incidência das palavras utilizadas como parâmetro base na busca dos periódicos, as quais são apresentadas nas figuras 6, 7 e 8.

Figura 6 – Rede de palavras-chave 1 dos periódicos selecionados.



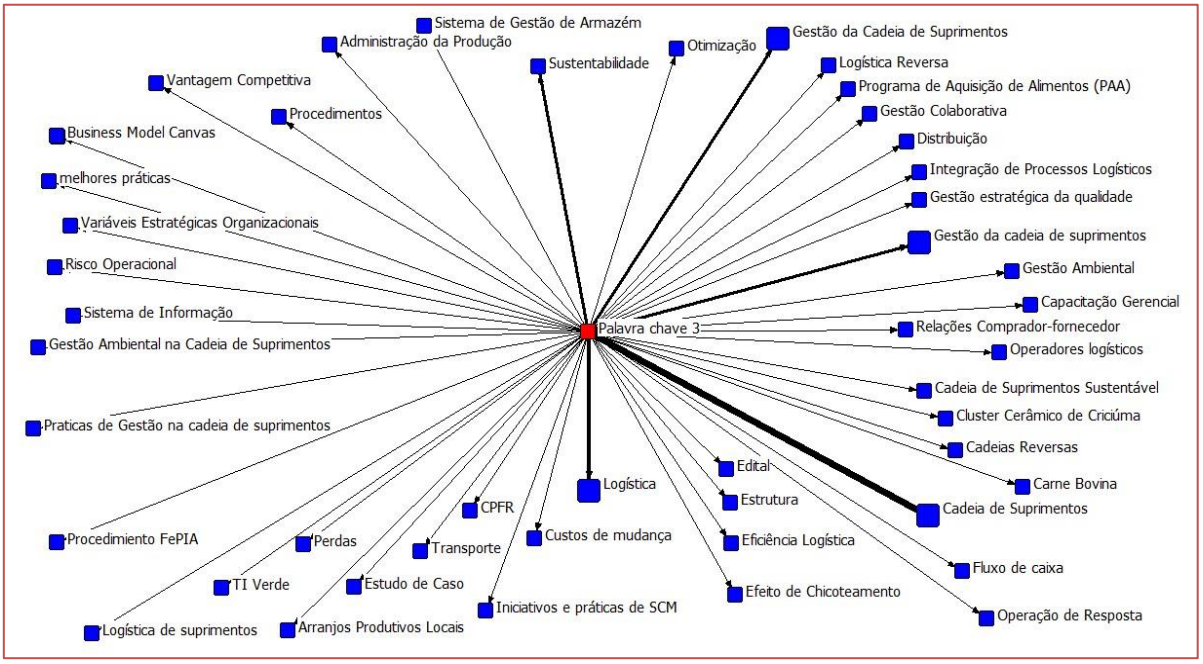

Fonte: elaborado pelos autores (2019).

Figura 7 – Rede de palavras-chave 2 dos periódicos selecionados.




Fonte: elaborado pelos autores (2019).

Figura 8 – Rede de palavras-chave 3 dos periódicos selecionados.

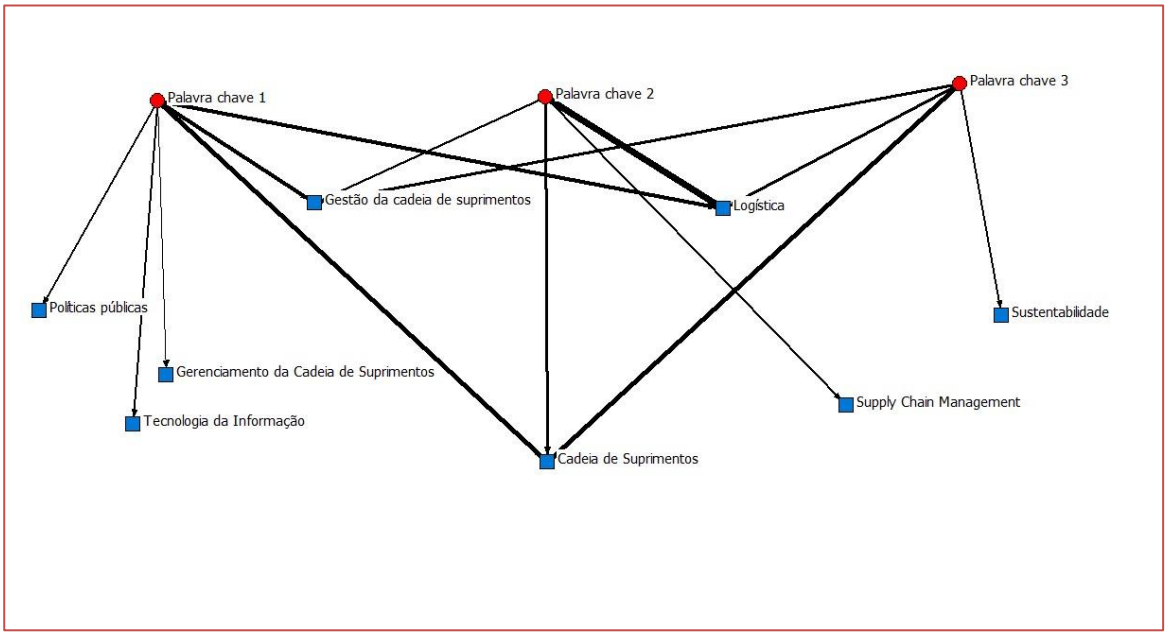



Fonte: elaborado pelos autores (2019).

Considerando-se as palavras-chave 1, 2 e 3 utilizadas nos 63 artigos pesquisados, obteve-se um total de 179 palavras das quais, por meio da análise das redes é possível convalidar a maior incidência dos critérios de busca, destacando-se: Gestão da Cadeia de Suprimentos, Cadeia de Suprimentos, logística e tecnologia da informação.

Ao se refinar a análise das palavras-chave, considerando apenas aquelas com duas incidências ou mais dentre as 179 é possível validar, com maior ênfase, o aparecimento dos critérios iniciais de busca da pesquisa, conforme apresentado na figura 9.

Figura 9 – Rede de palavras-chave com duas ou mais incidências.




Fonte: elaborado pelos autores (2019).

## 5 CONCLUSÃO

A partir da revisão integrativa sistêmica apresentada neste trabalho permitiu a obtenção de um panorama do estado da pesquisa sobre logística e cadeia de suprimentos. A análise dos artigos que compõem a amostra estudada por meio da construção de estatísticas descritivas e de redes de convergência apontam trabalhos, autores, periódicos e palavras-chave que servem como ponto de partida para acadêmicos interessados em ampliar seus conhecimentos acerca da gestão de cadeia de suprimentos.

A análise dos artigos para construção do referencial teórico reforça a importância da gestão da cadeia de suprimentos e o grande desafio que as organizações enfrentam, uma vez que, no atual cenário, as empresas que não se adaptam ou não investem acabam perdendo força no mercado.

Este trabalho pode contribuir como apoio para pesquisas futuras que visem apresentar contribuições para as operações da cadeia de suprimentos, podendo servir também como base para uma revisão sistemática da literatura.

## REFERÊNCIAS

[1] BANDEIRA, R. A. M.; MAÇADA, A. C. G. Tecnologia da informação na gestão da cadeia de suprimentos: o caso da indústria gases. Produção, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 287-301, 2008.

[2] CHULKOV, D. V. On the role of switching costs and decision reversibility in information technology adoption and investment. JISTEM – Journal of Information Systems and Technology Management, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 309-321, 2017.

[3] COSTA, S. R. A., et al . Cadeia de suprimentos humanitária: uma análise dos processos de atuação em desastres naturais. Produção, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 876-893, 2015.

[4] GRAEML, A. R.; PEINADO, J. O efeito das capacidades logísticas na construção de resiliência da cadeia de suprimentos. RAUSP - Revista de Administração, São Paulo, v. 49, n. 4, p. 642-655, 2014.

[5] GUARNIERI, P.; HATAKEYAMA, K. Formalização da logística de suprimentos: caso das montadoras e fornecedores da indústria automotiva Brasileira. Produção, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 186-199, 2010.

[6] MACHLINE, C. Cinco décadas de logística empresarial e administração da cadeia de suprimentos no Brasil. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 51, n. 3, p. 227-231, 2011.

[7] PLATT, A. A.; KLAES, L. S. Utilizando o Sistema Integrado de Gestão (ERP) no apoio ao ensino de logística e gestão da cadeia de suprimentos. Revista de Ciências da Administração, Florianópolis, p. 224-241, 2010.

[8] RIBEIRO, P. C. C.; CARVALHO, N. L. A. Gestão da tecnologia da informação: Um método de avaliação do WMS. Revista Eletrônica de Sistemas de Informação, [S.l.], v. 12, n. 3, 2013.

[9] SAMPAIO, R.F.; MANCINI, M.C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. Revista Brasileira de Fisioterapia, São Carlos , v. 11, n. 1, p. 83-89, 2007.

[10] SOUZA, G. D.; CARVALHO, M. S. M. V.; LIBOREIRO, M. A. M.. Gestão da cadeia de suprimentos integrada à tecnologia da informação. Revista de Administração Pública, Rio de Janeiro , v. 40, n. 4, p. 699-729, 2006 .

[11] VANALLE, R. M.; SALLES, J. A. A. Relação entre montadoras e fornecedores: modelos teóricos e estudos de caso na indústria automobilística brasileira. Gestão & Produção, São Carlos, v. 18, n. 2, p. 237-250, 2011 .

[12] WANKE, P. F.; CORREA, H. L. The relationship between the logistics complexity of manufacturing companies and their supply chain management. Produção, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 233-254, 2014.

# Capítulo 17

## *A Sustentabilidade Econômica na Cadeia de Suprimentos das Indústrias de Calçados de Juazeiro do Norte – Ceará*

*José de Figueiredo Belém*
*José Eduardo de Carvalho Lima*
*Murilo Barros Alves*
*Josiano Cesar de Sousa*
*Ramon Suassuna dos Santos*

Resumo: O objetivo deste artigo é analisar a sustentabilidade econômica em empresas do ramo de fabricação de calçados na cidade de Juazeiro do Norte – Ceará, através da previsão de demanda, no período de 2003 a 2016. A técnica de coleta de dados foi a obtenção de dados documentais junto aos gestores das empresas pesquisadas. O estudo foi desenvolvido inicialmente com o referencial teórico sobre as práticas de previsão de demanda e sustentabilidade econômica em indústrias. O estudo investiga a previsão de demanda onde é abordado o tema dos modelos de previsão e suas metas ao longo do tempo, suas diversas sequências, como interfaces, interações e interferências nas empresas e sistema de Gestão da Cadeia de Suprimentos. Observou-se durante a análise efetuada através do cálculo das medias móveis, que a cadeia estudada utiliza as ferramentas adequadas dos processos de gestão, inclusive traçando metas, com o propósito de aumentar a competitividade e gerar sustentabilidade nos seus resultados.

Palavras Chave: Sustentabilidade econômica, Gestão, Cadeia de Suprimentos

## 1 INTRODUÇÃO

A Gestão da Sustentabilidade na Cadeia de Suprimentos tem despertado crescente interesse entre estudantes de produção e gestores que atuam nas indústrias nos mais diversos ramos de atividades, apresentando-se como uma questão importante para a área de operações (Carter; Jennings, 2004).

Como propósito deste artigo, a Gestão da Sustentabilidade econômica da Cadeia de Suprimentos é definida como um pensamento estratégico, transparente e integrado para atingir objetivos econômicos numa coordenação sistêmica de processos interorganizacionais ao longo de toda a cadeia.

Muito embora a responsabilidade social venha sendo discutida de forma exaustiva, pouca interação tem acontecido entre esses estudos e o campo das cadeias produtivas (Carter; Jennings, 2004).

Sendo assim as referências consultadas não contemplam de forma adequada todos os aspectos da GSCS, visto que a complexidade e ambiguidade da noção de sustentabilidade do ponto de vista econômico, que segundo Ballou (2005**)** são confirmadas pela forma centralizada na concepção das questões sociais, como práticas adotadas no trabalho e obrigações sociais, contingentes à governança interorganizacional ao longo de toda a cadeia produtiva.

Diante dessa lógica, é que o presente trabalho está pautado na investigação a fim de que se possa obter uma resposta satisfatória.

Assim traçou-se como objetivo investigar as demandas apresentadas para a cadeia de suprimentos das indústrias, que contemplam esse tipo de sustentabilidade, buscando: conhecer volumes demandados; verificar a utilização de práticas que garantam a sustentabilidade econômica; e analisar através de ferramentas estatísticas a previsão da demanda pelos produtos gerados.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A Gestão da Sustentabilidade na Cadeia de Suprimentos (GSCS) tem suas raízes na literatura de gestão ambiental e gestão da cadeia de suprimentos e se refere à influência e aos relacionamentos entre essas duas áreas de estudo, conforme preceitua (Vollmann, T.; Berry, W.; Whybark, D.; Jacobs, F. 2006).

Define-se a Sustentabilidade econômica como sendo um conjunto de práticas econômicas, financeiras e administrativas que visam o desenvolvimento econômico de um país ou empresa, preservando o meio ambiente e garantindo a manutenção dos recursos naturais para as futuras gerações (Carter; Jennings, 2004).

O grande desafio de uma política econômica, seja empresarial ou governamental, é gerar crescimento econômico, lucro, renda e criar empregos garantindo um período que responda satisfatoriamente às exigências de mercado para a longa curva da vida da empresa.

Já as vantagens da sustentabilidade econômica são vistas como sendo: empresas com atitudes sustentáveis geram mais economias financeiras a médio e longo prazos; a imagem das empresas que priorizam a sustentabilidade econômica melhora muito diante dos cidadãos e consumidores; empresa e cidadãos só têm a ganhar com tais atitudes, pois terão um meio ambiente preservado, maior desenvolvimento econômico e a garantia de uma vida melhor para as gerações atuais e futuras (Srivastava, 2007).

A atenção dada ao circuito fechado à sustentabilidade em cadeias de suprimento ainda é relativamente rara e dispersa, porém em crescimento com uma visão aplicada ao tripé: Econômica, Social e Ambiental (Chakraborty, 2010; Mann ET AL. 2010; Srivastava, 2007).

Na literatura consultada, a definição e o escopo da sustentabilidade econômica em cadeia de suprimentos encontram uma grande amplitude, desde a compra, até a integração da sustentabilidade ao longo da cadeia de suprimentos, conforme (Carter; Ellram 1998) e (Srivastava 2007), seguindo o caminho do fornecedor, produtor, consumidor, logística e ainda a cadeia de suprimentos em circuito fechado buscando a melhoria contínua no processo de produção e de renda para o negócio, mesmo se tratando de época de crise.

## 2.1 SUSTENTABILIDADE SOCIAL

Como define (Van Hoek 1999), sustentabilidade social é um conjunto de ações que se propõe a melhorar a qualidade de vida da população como um todo, com vista a minimizar as desigualdades sociais e maximizar o acesso aos direitos e serviços básicos, como por exemplo, educação e saúde. Um ponto importante a ser observado é que a sociedade só será igualitária ou justa se houver a participação do mercado e das empresas.

De acordo com a definição de desenvolvimento sustentável, segundo (Corbett e Kleinderfer 2001), cada cidadão, enquanto consumidor, membro de uma empresa ou do governo, precisa repensar seu comportamento e posicionamento, procurando adotar práticas que fortaleçam a sustentabilidade de todos os processos — tanto sociais quanto econômicos e ambientais.

## 2.2 SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA

Para Guivant (2002) os argumentos de economistas a favor da sustentabilidade acontecem em torno de saber usar os recursos do planeta, com alocação eficiente de recursos naturais em um mercado competitivo, no qual haveriam distorções no mercado que poderiam ser corrigidas pela internacionalização de custos ambientais e/ou reformas fiscais. Assim, a sustentabilidade seria alcançada pela racionalização econômica local, nacional e planetária. Para o autor a implementação da sustentabilidade seria alcançada pela racionalização econômica de forma plena e depende de uma gestão geral, bem como de um estudo bem elaborado acerca da demanda pelos seus produtos.

De acordo com Foladori (2002) a sustentabilidade econômica apresenta uma análise mais complexa do que a ambiental, pois o conceito restringe o crescimento econômico e a eficiência produtiva. Tal concepção admite que o crescimento não pode ser ilimitado pois não representa uma congruência com a dimensão ambiental.

Assim, seria a ideal utilização de toda riqueza produzida, inclusive permitindo uma previsão da demanda, partindo de um estudo com dados levantados dos últimos períodos.

Seja na igualdade de distribuição, seja na reposição para a natureza do que lhe foi retirado o que gera um desenvolvimento econômico mais estável sem picos ou situações de risco para a economia.

A sustentabilidade econômica, segundo Chen (2012), não trabalha só com o presente. Seu foco também olha para o futuro, pois são através das ações economicamente sustentáveis de hoje que se tem uma sustentabilidade econômica amanhã. As ações para se alcançar uma economia sustentável precisam ser constantes.

Com uma economia sustentável, Foladori (2002) afirma que todos os outros aspectos da sociedade também são beneficiados. O meio ambiente, porque os recursos são utilizados com inteligência. A sociedade também ganha, pois, as riquezas são divididas igualmente minimizando as diferenças sociais. Assim como, há poucas chances de grandes crises como picos na inflação, grande quantidade de fechamento de postos de trabalho, já que a nação não precisa depender financeiramente de outra ou de fundos monetários.

O governo tem um papel de fundamental importância nesta conquista, afinal, é ele que controla.

Cada vez que ele elabora e aplica restrições ambientais mais intensas, obriga as empresas não a terem prejuízo, mas a investir em pesquisa e novas tecnologias para obter uma produção cada mais vez sustentável.

## 2.3 SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Por fim, o desenvolvimento sustentável ambientalmente correto segundo (Adger 2000), se refere a todas as condutas que possuam, direta ou indiretamente, algum impacto no meio ambiente, seja a curto, médio ou longo prazos.

O desenvolvimento sustentável busca, de acordo com (Chakraborty 2010), em primeiro lugar, minimizar ao máximo os impactos ambientais causados pela produção industrial. Caso não seja esse o objetivo, provavelmente estaremos falando muito mais de estratégias de marketing do que de sustentabilidade de fato.

## 3 METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de caso em uma cadeia de suprimentos na indústria de calçados de Juazeiro do Norte – Ceará, que para Kaplan; Duchon (1988) um estudo de caso consiste no estudo profundo de objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, e explica que essa modalidade pode ser dividida em várias etapas como: formulação do problema, definição da unidade-caso, determinação do número de informações, elaboração do protocolo, coleta de dados, avaliação e análise dos dados e preparação do relatório.

De acordo (Yin 2005) em estudo de caso, são especialmente importantes cinco componentes de um projeto de pesquisa: as questões de um estudo; suas proposições; a unidade de análise; a lógica que une os dados às proposições, e; os critérios para interpretação das constatações.

A coleta de dados foi realizada através da aplicação de um levantamento de dados numéricos sobre os volumes demandados com os relatórios das demandas do período de 2003 a 2016 com os envolvidos no processo produtivo e de gestão da cadeia.

Segundo (Yin 2005) com relação à coleta de dados no método de estudo de caso, pode ser considerado o mais completo, pois se vale tanto de dados de pessoas quanto de dados documentais.

Em seguida, os dados levantados receberam tratamento através do processo de tabulação e análise através de ferramentas estatísticas – R Stúdio, para resposta à problematização e verificar se atende aos objetivos propostos, bem como se confirma ou nega a hipótese levantada, de acordo com (Chopra 2004).

Para a análise dos dados, seguindo orientações de (Scaletzky, 2008) foi feito o uso de tabulação em planilha seguindo as orientações de dados tais como os valores e os períodos de cada dado fornecido, bem como as metas estabelecidas pelos gestores.

## 4 ANÁLISE DOS DADOS

Metas – Os gestores principais das empresas afirmaram que traçaram metas para o período de 2003 a 2010 de crescimento de 5% ao ano, reduzindo para 4% ao ano para 2011 a 2013 e finalmente reduzindo para qualquer valor maior que zero a partir de 2014.

Diante desses dados e buscando-se os valores numéricos fornecidos, verificou-se que as metas traçadas não foram alcançadas, tendo alguns períodos que não conseguiram alcançar crescimento algum, ao contrário, observa-se que há alguns períodos de decréscimos na demanda, porém não tão acentuados.

Tabela 1 – Cálculo dos percentuais das metas

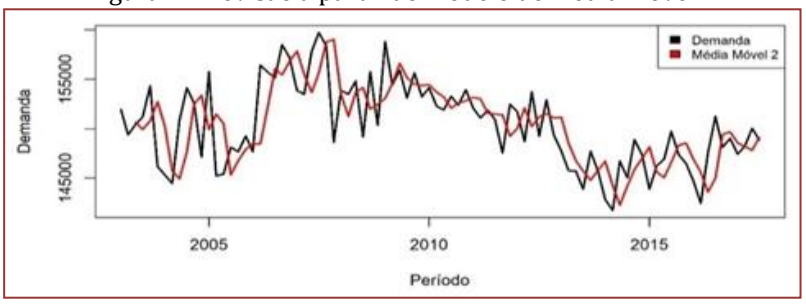
| Tempo | Metas | Real | Atinge? |
|---|---|---|---|
| 2003 | 0,05 | 903489 | |
| 2004 | 0,05 | 894580 | -0,99% |
| 2005 | 0,05 | 905022 | 1,17% |
| 2006 | 0,05 | 930708 | 2,84% |
| 2007 | 0,05 | 931901 | 0,13% |
| 2008 | 0,05 | 917493 | -1,55% |
| 2009 | 0,05 | 931178 | 1,49% |
| 2010 | 0,05 | 917955 | -1,42% |
| 2011 | 0,04 | 872672 | -4,93% |
| 2012 | 0,04 | 880706 | 0,92% |
| 2013 | 0,04 | 881553 | 0,10% |
| 2014 | > 0% | 872672 | -1,01% |
| 2015 | > 0% | 880706 | 0,92% |
| 2016 | > 0% | 883184 | 0,28% |



Analisando a base de dados obtida, segundo Moreti e Tolol (2004) através do cálculo da média móvel, modelo estatístico que se adaptou bem aos cálculos, por se tratar de uma série temporal, o que se verificou bem o comportamento da série, trabalhando sempre com t=2.

A Figura 1 a seguir apresenta a série referente à demanda e o modelo de Média Móvel 2 (MM2), a partir da qual verifica-se que o MM2 conseguiu se adequar satisfatoriamente ao fenômeno analisado. A razão de viés variou entre -3.84 e 4.61, denotando estabilidade para o modelo, que segundo Chopra e Meindl (2003), se em qualquer período estiver fora da faixa de -6 a +6, significa que a série está enviesada e que pode está sub ou superestimada.

Figura 1**:** Previsão a partir do modelo de Média Móvel 2



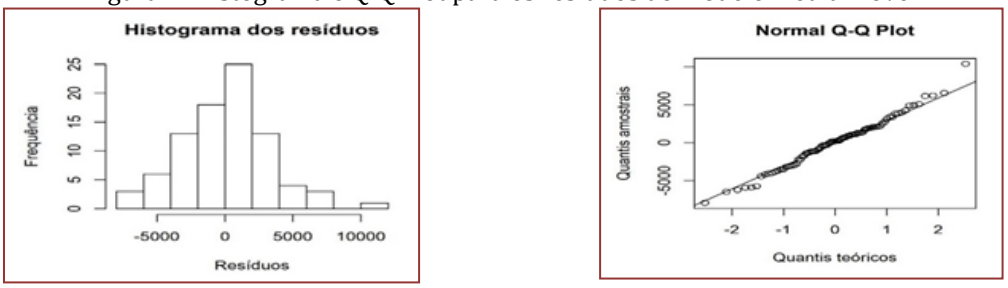

Em seguida foi feito o teste de Normalidade de Shapiro-Wilk demonstrado através da Tabela 2 a seguir, onde indica comportamento normal, assim como o teste de autocorrelação de Ljung-Box que também indica que os resíduos são não autocorrelacionados, confirmando a adequação do modelo à série.

Tabela 2: Análise residual do modelo Média Móvel 2

| Teste | Estatística | Valor *p* |
|---|---|---|
| Shapiro-Wilk | 0.989 | 0.701 |
| Ljung-Box | 0.010 | 0.919 |

O Histograma dos Resíduos que realizou o diagnóstico dos resíduos como também o Teste dos Resíduo – Q-Q Plot, demonstrados na figura 2 a seguir, indicam que os resíduos são não autocorrelacionados, confirmando a adequação do modelo à série.

Figura 2: Histograma e Q-Q Plot para os resíduos do modelo Média Móvel 2




Observa-se que as empresas aplicam o processo de previsão de demanda, procurando atingir seus objetivos, ao longo de todo o período investigado, conforme se explica na conclusão a seguir.

## 5 CONCLUSÃO

Ao estudar o modelo de previsão de demanda empregado pela organização, percebe-se que a influência das técnicas subjetivas seja pela opinião de especialistas, seja pela intuição ou experiências, é eficiente na organização estudada.

Como cita Slack (1997, p.349), os "três requisitos para uma previsão de demanda são: ser expressa em termos úteis para o planejamento e controle da capacidade; ser tão exata quanto possível; dar uma indicação da incerteza relativa".

Com relação a este último requisito, os modelos quantitativos oferecem valores projetados em cálculos estatísticos, fornecendo assim uma dimensão melhor da margem de erro esperada.

Esse trabalho procurou discutir a importância de um sistema de previsões de demanda diante das várias incertezas que uma organização enfrenta ao longo de todo o processo produtivo, para que possa analisar a sustentabilidade econômica ao longo do período estudado.

Um bom sistema de previsão pode auxiliar na programação da produção, no intuito de diminuir a quantidade de estoques, aumentando a eficiência geral na gestão da cadeia de suprimentos e consequentemente a diminuição nos custos organizacionais, elevando as chances de sua sustentabilidade econômica.

Muitos aspectos têm que ser decididos ao se implementar um sistema de previsões. Desde os seus propósitos, treinamento até qual software será utilizado para o mesmo.

No caso da aplicação deste trabalho, o software estatístico R Studio se mostrou com bom equilíbrio entre qualidade dos algoritmos e facilidade de utilização, o que pode ser uma característica imprescindível para organizações que não tem pessoal especializado e não querer depender de serviços terceirizados.

Como os resultados alcançados na comparação entre os modelos possíveis indicam que o modelo de média móvel tem sim um desempenho satisfatório na previsão, conclui-se que a empresa apresenta sustentabilidade econômica satisfatória, reagindo bem até mesmo em períodos de crise, com baixa influência negativa em sua demanda de produção.

## REFERÊNCIAS

[1] Adger, WN. Social e resiliência ecológica: Eles estão relacionados? Progress in Human Geografia, 24 (3), 347-364.2002

[2] Ballou, R. Gerenciamento da cadeia de suprimentos. P. Alegre: Bookman, 2005.

[3] Carter, C. R.; Jennings, M. M. The Role Of Purchasing In Corporate Social Responsibility: A Structural Equation Analysis. Journal of Business Logistics, v. 25, n. 1, p. 145-186, 2004. http://dx.doi. org/10.1002/j.2158-1592.2004.tb00173.x

[4] Chakraborty, S. Concise Chronological Road Map of Evolving Green Supply Chain Management Concepts: A Review. The IUP Journal 12 of Supply Chain Management, v. 7, n. 4, 2010. Chen, C. Design for the Environment: A Quality-Based Model for Green Product

[5] Development. Management Science, Dias, S. L. F. G. et. al. Sustentabilidade e cadeia de suprimentos...nacionais e internacionais. Produção, v. 22, n. 3, p. 517-533, maio/ago. 2012

[6] Chopra, Sunil e Meindl, Peter. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operação. Pearson. São Paulo. 2004

[7] Corbett, C. J.; Kleindorfer, P. R. Introduction to the special issue on environmental management and operations. Production and Operations Management, v. 10, n. 2, p. 107-111, 2001. http://dx.doi. org/10.1111/j.1937-5956.2001.tb00072.x

[8] Foladori, Guillermo. Avances y límites de la sustentabilidad social. In: Economia, Sociedad y Território. vol. III, num. 12, 2002, p. 621-637

[9] Guivant, Julia. S. Sustentabilidade e métodos participativos: os riscos dos pressupostos realistas. Austrália: Congresso Mundial da International Sociological Association, Brisbane, 8-13 de julho de 2002

[10] Kaplan, B.; Duchon. D. Combining quantitative and qualitative methods in informations systems research: a case study. Mis Quarterly, 1998

[11] Moretin, P. A., Toloi, C. M. – Análise de Séries Temporais – 2.º ed. – Edgar Blücher, São Paulo: 2004

[12] Scaletzky, C. Pesquisa aplicada/pesquisa acadêmica: O caso Sander. In: Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. São Paulo: Centro Universitário Senac, 2008

[13] Slack, N.; et al. Administração da Produção. São Paulo:Atlas, 1997

[14] Srivastava, S. K. Green Supply Chain Management: A State-of-the-Art Literature Review. International Journal of Management Reviews, v. 9, n. 1, p. 53-80, 2007. http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-2370.2007.00202.x

[15] Van Hoek, R. From reversed logistics to green supply chains. Supply Chain Management, v. 4, n. 3, p. 129-134, 1999. http://dx.doi.org/10.1108/13598549910279576

[16] Vollmann, T.; Berry, W.; Whybark, D.; Jacobs, F. Sistemas de planejamento & controle da produção para o gerenciamento da cadeia de suprimentos. P. Alegre: Bookman, 2006

[17] Yin, R. K. Estudo de Caso: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2005

# Capítulo 18

## *Desafios e oportunidades da inclusão dos veículos elétricos na matriz de transporte*

*Iuri Assunção Felippe*
*Vivieny Januth Zuffelato*
*Felippe Ribas Barboza*
*Adan Lúcio Pereira*

Resumo: Os Veículos Elétricos podem ser alternativas para o uso de petróleo, uma vez que permitem reduzir os problemas causados pela poluição e atenuar as questões de segurança envolvidas na extração, importação e combustão do combustível fóssil. Dessa forma, a inclusão desses veículos como um dos fatores decisivos no planejamento dos sistemas de transporte, representa uma grande oportunidade para o desenvolvimento de novas tecnologias e sistemas. Inserindo-se neste contexto, o presente trabalho realizou uma análise da evolução das tecnologias para os veículos elétricos em um panorama mundial, mapeando as configurações mecânicas disponíveis, rotas tecnológicas em curso e o comportamento recente do mercado para os veículos elétricos. Por meio do panorama traçado no trabalho considera-se que o veículo elétrico incorpora uma gama de tecnologias que são absorvidas pelos sistemas atuais e representam um grande passo para o desenvolvimento da mobilidade urbana sustentável. Ao término do trabalho, foi possível afirmar que o Brasil ainda carece de uma política pública para o progresso do setor e que tal área se configura como uma possível frente de pesquisa e inovação de alto impacto para a sociedade.

Palavras chave: Veículos Elétricos, Mobilidade Urbana Sustentável, Matriz de Transporte.

## 1. INTRODUÇÃO

Há mais de 200 anos, a eletricidade vem sendo estudada e desenvolvida pelo homem para vários tipos de aplicações. Se tornou uma fonte de energia indispensável no dia a dia da sociedade: iluminação, aquecimento, comunicação, acionamento de aparelhos domésticos. Na indústria, faz com que máquinas executem variados tipos de tarefa. Robôs conseguem fazer montagem de variados produtos. Na medicina permite maquinas processar exames médicos e até mesmo fazer o controle de cirurgias. (SILVA,2013)

Nos últimos anos o consumo da energia elétrica no mundo cresceu de uma forma significativa, atingindo, em 2017, um aumento de 2,8% em relação à 2016. Adicionalmente, no Brasil essa tendência também foi notada, apresentando um crescimento de 1,2% no ano de 1017, e 1,1% em 2018, depois de dois anos de queda, se equiparando a geração de energia do ano de 2014. Dessa forma, segundo os dados da Empresa de Pesquisa Energética - EPE (2019) a A Oferta Interna de Energia Elétrica (OIEE) de 2019 foi estimada em 655 TWh, mostrando um aumento de 3,0% sobre 2018, com destaque para a participação das fontes renováveis com 83,3% da matriz elétrica, percentual que está sendo potencializado pelo constante avanço da geração eólica e solar no país.

Ao analisar o Balanço Energético Nacional (BEM) de 2017 e 2018, sob o ponto de vista dos sistemas de transporte, é possível observar que o setor passa os sistemas de industrias e se torna o maior consumidor de energia do país, com 32,7% do total. Ambos setores correspondem a um total de 64,7% do consumo de energia do país. Neste contexto, é possível afirmar que o setor de transporte passou a ser considerado como um elemento importante na tomada de decisão, quanto a gestão energética direcionada para uma economia de baixo carbono, uma vez que esses sistemas são atendidos, na grande maioria, por derivados de petróleo (EPE, 2019).

Essa crescente demanda por energia, trouxe consigo benefícios tecnológicos (eficiência dos sistemas de armazenamento, sistemas inteligentes integrados, gestão avançada, etc.) que estão permitindo cada vez mais a modernização dos sistemas de geração de energia em direção às fontes renováveis de forma distribuída, incorporando à área de transportes, o conceito de eficiência energética associada à eletrificação dos meios de transporte de maneira geral. Consequentemente, a utilização dos Veículos Elétricos (VE) em contrapartida aos movidos a combustão, passou a ser vista como uma realidade que deve ser levada em consideração no planejamento urbano moderno (AGRIZZI et al., 2018).

Em síntese, os VEs são veículos automotores que possuem pelo menos um motor elétrico cuja função é acionar as suas rodas. Esses VEs estão se tornando uma alternativa em relação ao uso dos derivados do petróleo, uma vez que podem reduzir os problemas causados pela poluição e atenuar as questões de segurança ambiental envolvidas na extração, importação e combustão do combustível fóssil. Adicionalmente, os VE podem ser vistos como recursos energéticos distribuídos, uma vez que eles reúnem as modalidades de consumo, geração e armazenamento, e ainda, a mobilidade (PELLETIER et al., 2017). Inserindo-se neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo mapear os cenários de inclusão dos veículos elétricos na matriz de transporte e então apresentar argumentos que sirvam de auxílio na tomada de decisão sobre o planejamento da mobilidade urbana sustentável.

## 2. METODOLOGIA

A definição dos passos necessários para sintetizar as informações da literatura e então apresentar argumentos válidos para o desenvolvimento da área de transporte, frente a inclusão dos VE, necessita de ser organizada segundo os termos técnicos da metodologia científica. Dessa forma, a natureza da pesquisa deste trabalho pode ser classificada como aplicada ou prática, pois, segundo Gil (2002) essa categoria de pesquisa busca gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos, que no caso deste trabalho consiste em mapear e categorizar os conhecimentos relacionados a inclusão dos VE nos sistemas de Transporte. Já os procedimentos metodológicos, seguem os princípios de uma abordagem qualitativa, com um método científico indutivo e um objeto de estudo exploratório. Relativamente aos procedimentos técnicos de pesquisa, recorreu-se a pesquisa bibliográfica para o levantamento das informações mais atuais da área. Para isso, o desenvolvimento do método de pesquisa foi baseado segundo as recomendações indicadas para a elaboração de uma revisão integrativa da literatura. De maneira geral, a revisão integrativa pode ser dividida em seis etapas.

A primeira delas consiste na identificação da temática a ser estudada durante o processo de revisão. Em seguida, são estabelecidos os critérios para inclusão e exclusão. A terceira etapa consiste na categorização dos estudos e definição das informações a serem extraídas. Para então ser realizada uma avaliação dos estudos incluídos. Por fim, é realizada a interpretação dos resultados e a apresentação da revisão e síntese do conhecimento (DE VASCONCELOS, 2018; GOMES et al, 2018).

A revisão foi conduzida com pesquisas em algumas bases de dados pré-selecionadas, utilizando palavras-chave (em inglês e português) "Classificação dos Veículos Elétricos"; "mecanismos de incentivos"; "mobilidade urbana; "acessibilidade"; "barreiras"; "desafios"; "veículos elétricos no mundo"; "VE plug-in"; "VE híbridos"; "regulamentação"; "Europa"; "EUA"; "China"; "eletropostos"; "otimização"; "métodos heurísticos"; "carga"; "descarga"; "Substituição do motor a combustão"; "Vitória-ES"; "Brasil"; "eficiência energética"; "Veículos elétricos Solar" e "sustentabilidade", além dos operadores booleanos do tipo "e" e "ou". Foram pesquisadas as bases de dados eletrônicos *Google Scholar, Scielo, ResearchGate* e o Portal de Periódicos CAPES, a fim de mapear e sistematizar artigos originais publicados em inglês ou português, além da busca em sites de noticiários nacionais relacionados ao desenvolvimento da área. Foram também pesquisados anais de congressos, resumos, livros, normas, resoluções, manuais técnicos e leis referentes à inclusão dos veículos elétricos frente ao sistema de transporte. Ao término busca dos elementos importantes para compor a base de análise deste trabalho, os estudos foram submetidos a leitura parcial dos resumos, em seguida a síntese do conhecimento, a categorização dos estudos e, por último, a apresentação dos resultados que serão indicados nos próximos tópicos.

## 3. EMISSÃO DE POLUENTES VEICULARES

O processo de expansão da Região Metropolitana da Grande Vitória, trouxe consigo poluentes atmosféricos, oriundos de veículos automotivos e das grandes indústrias locais. A qualidade do ar tem sido diretamente comprometida por essas fontes emissoras e juntamente com as condições meteorológicas e da topografia da região tem se tornado algo preocupante para a população, já que os poluentes se concentram nos locais de maior concentração urbana. (IEMA). No ano 2000, o IEMA implementou a Rede Automática de Monitoramento Automático da Qualidade do Ar (RAMQAR), afim de monitorar a qualidade do ar, quanto a exposição da população aos contaminantes atmosféricos em tempo real. Em 2009 foi também inaugurada a Rede Manual de Monitoramento de Poeira Sedimentável (OS). Todas estações instaladas, apesar de não cobrir todo o território da Região metropolitana, foram estrategicamente posicionadas, onde pudesse ter um maior controle de gestão em contrapartida de bons locais para analise, levando em conta a frota veicular, atividades industriais e densidade populacional.

De acordo com resolução CONAMA Nº 003/1990, art. 1, será titulado de poluentes atmosféricos toda concentração de impureza que afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ser prejudiciais ao meio ambiente e a natureza em geral. A crescente frota de veículos automotivos traz consigo preocupantes questões ambientais nos centros urbanos brasileiros. Um ônibus com capacidade para transportar 70 pessoas equivale a 50 veículos pequenos transportando 1,5 pessoas por veículo. Logo, levando em consideração a poluição gerada por passageiro transportado, os automóveis se tornaram os principais poluentes atmosféricos das cidades brasileiras. Classifica-se os poluentes atmosféricos veiculares de acordo com a amplitude do seu impacto. A fuligem evacuada por escapamentos, que se alojam pelas proximidades das vias de transporte, e as nuvens negras geradas pela concentração de ozônio (O3), são exemplos dos chamados poluentes locais. Estes são todos e qualquer tipo de poluente que geram impactos ambientais e prejudiciais à saúde humana, entorno da região de atividades de transportes. Tratando-se da emissão de gases causadores do efeito estufa (GEE), todos aqueles que alcançam a atmosfera, e abalam todo o planeta, são chamados de poluentes globais. O principal deles é o dióxido de carbono (CO2), devido a imensa quantidade expelida na queima de combustíveis fosseis. Segundo o IPEA (2011), o transporte individual, é responsável por 60% das emissões de dióxido de carbono nas cidades brasileiras, enquanto o transporte coletivo, como vans e ônibus público correspondem a 25% das emissões de CO2. Partindo dessa premissa, levou-se o estudo deste trabalho ter como base a inserção de veículos elétricos na matriz de transporte, utilizando fontes limpas de energia.

## 4. MOBILIDADE URBANA ASSOCIADA À ELETRIFICAÇÃO DA MATRIZ DE TRANSPORTE

No panorama brasileiro, a condição de mobilidade urbana vem aprestando muitos problemas, isso porque a maioria das cidades foi crescendo de forma desordenada, mal estruturada, quase sempre sem a análise dos impactos relativos ao processo de urbanização e tendo como principal modal de transporte o modal rodoviário. Adicionalmente, a taxa de crescimento da frota de automóveis no Brasil saltou de 23,7 milhões de automóveis em 2003, para quase 55,6 milhões até junho de 2019, um aumento de aproximadamente 134%. No Estado do Espírito Santo é possível observar um crescimento ainda mais expressivo de aproximadamente 153% (Departamento Nacional de Trânsito, 2018).

A dimensão do aumento constante da população, dos mecanismos de transporte, da infraestrutura de comunicação e de novas tecnologias provoca alterações nas cidades que são forçadas a implementar uma gestão cada vez mais eficiente e resiliente. A resposta das cidades aos desafios contemporâneos é o que sustenta o conceito de Smart City, ou cidade inteligente, que é utilizado segundo uma abordagem para mitigar e tratar os problemas nas cidades, indicando a sua relevância para o crescimento de áreas de pesquisa e desenvolvimento (ESMAEILIAN et al, 2018).

## 5. MAPEAMENTO DO MERCADO PARA OS VEÍCULOS ELÉTRICOS

No panorama geral, a integração de veículos elétricos já pode ser vista como uma estratégia promissora para a redução significativa da emissão dos gases do efeito estufa no setor de transporte, principalmente nos grandes centros urbanos, que concentram uma parcela de veículos automotores movidos a combustão, no entanto, enquanto o mercado de veículos elétricos continua a crescer, eles ainda representam uma pequena proporção em relação a frota de veículos mundial.

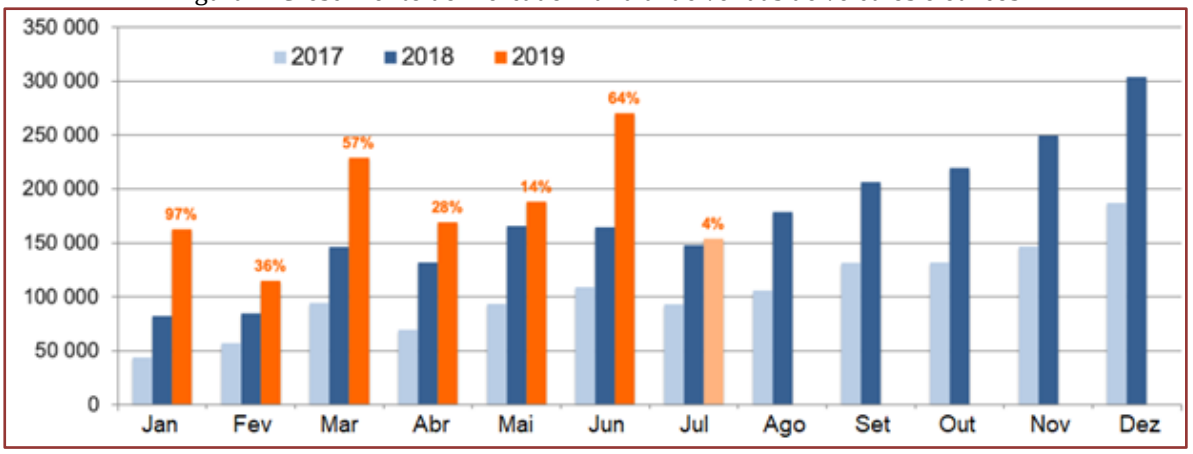
Inserindo-se neste contexto, os Estados Unidos, possui um mercado de VE que começou a deslanchar a partir de 2011, com a comercialização dos veículos Nissan LEAF e Chevrolet Volt sendo responsáveis quase que pela totalidade das vendas apuradas até o fim do mesmo ano. Já na Europa, o volume de vendas começou a se tornar significativo a partir do ano de 2011 com as vendas dos veículos Mitsubishi i-MiEV, Peugeot iOn, Citroen C-Zero e Nissan LEAF. Outro mercado que merece destaque é o mercado chinês, que teve significativos crescimentos entre os anos de 2012 e 2013 com a comercialização do VE Chery QQ3 liderando o mercado com 36% das vendas, seguido pelo BYD e6 (23%), JAC J3 EV (18%) e BYD F3 DM (16%). Dessa forma, 5 anos após a inclusão da China entre os países que investiram nos VE, o mercado chinês, em números, passou a ser considerado o maior do mundo desde o ano de 2015, ultrapassando o mercado norte-americano de vendas dos VE (SILVA, 2018).

Ao analisar os dados disponibilizados em EV-Volumes (2019), é possível afirmar que as vendas dos veículos elétricos no primeiro semestre de 2019 superaram as vendas de 2018 em aproximadamente 46% no mesmo período. Estas incluem todas as vendas de veículos, tanto os a bateria como os híbridos, veículos comerciais na Europa e caminhões leves nos EUA / Canadá. A Figura 1 demonstra essa relação de crescimento do mercado dos veículos elétricos no mundo.

Já em julho, os resultados preliminares demonstram um crescimento significativamente mais lento de apenas 4% no mundo. Fato que pode ser explicado, principalmente, pelo corte de subsídios na China para VE's a bateria com curto alcance e a redução pela metade dos subsídios para os de maior alcance, somado a desaceleração do mercado de veículos elétricos nos EUA, depois de cobrir um enorme estoque de pedidos em 2018.

Adicionalmente, ao analisar os dados de vendas de veículos elétricos no ano de 2019, os VEP representam 74% do volume global enquanto os VEHP representam apenas 26%, os regimes fiscais mais rígidos em diversos países na Europa explicam essa proporção. O ranking de vendas no primeiro semestre de 2019 é liderado pela China, com crescimento de 66% com relação ao ano anterior, seguido pela Europa com o crescimento de 34%, aumento que poderia ser maior devido a melhor disponibilidade de modelos populares. Em seguida aparece os EUA, com um aumento de 23% das vendas em relação ao mesmo período de 2018.

Figura 1: Crescimento do mercado mundial de vendas de veículos elétricos




Fonte: Modificado de EV-Volumes (2019)

Já no panorama brasileiro, são 11 mil no total até o final de junho de 2019, segundo a Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE), o que, de acordo com o Departamento Nacional de Trânsito, corresponderia a cerca de 0,011% dos 102 milhões de veículos que circulavam no país. A expectativa é que cerca de 30 mil a 40 mil VE entrem em circulação até 2020, valor que ainda representa um número relativamente baixo frente ao quantitativo previsto para o desenvolvimento mundial, cerca de 20 milhões de VEs circulando no mundo (EV-VOLUMES, 2018).

## 6. MAPEAMENTO DOS MECANISMOS DE INCENTIVOS PARA PROMOÇÃO DOS VE NO MUNDO

Na literatura, vários autores (DARGAY et al, 2007; DRUMM, 2014; TESTA, 2015; ARAÚJO et al, 2017) afirmam que o crescimento da frota de automóveis, ao longo do tempo, está diretamente relacionado ao nível de desenvolvimento econômico do país. Assim, é possível observar que países como EUA, Alemanha e Japão tiveram um aumento significativo da venda de Veículos Elétricos após os incentivos vindos do governo, tais como, bônus aos compradores de veículos elétricos, adoção de restrições à utilização de veículos convencionais, descontos em tributos, auxílio à pesquisa e implantação de infraestrutura. Na Europa, vários países estão desenvolvendo projetos para melhorar o mercado de veículos elétricos. O Quadro 2 apresenta alguns mecanismos de incentivo utilizados nesses países que estão sendo base para a promoção dos VE de maneira geral.

Quadro 2 - Mecanismos de Incentivo para Veículos Elétricos na Europa

| País | Mecanismo de Incentivos |
|---|---|
| Reino Unido | Prover projetos para o fornecimento de pontos para carregamento dos veículos elétricos, veículos elétricos híbridos e carros a hidrogênio. Além da realização de testes de tecnologias inovadoras, tais como carregamento rápido, o carregamento indutivo e de troca de baterias. Existe também a meta de proibição da venda de veículos novos movidos a gasolina e diesel a partir do ano 2040. |
| Itália | Permitir a difusão e o uso de veículos elétricos a partir do projeto "E-*mobility*", com o desenvolvimento da infraestrutura de recarga e serviços inteligentes e de qualidade. |
| Dinamarca | Criação de um Projeto para a avaliação da interação entre o veículo elétrico e o sistema de eletricidade, permitindo assim, um carregamento inteligente sem instabilidade do sistema. |
| Alemanha | Os veículos elétricos possuem estacionamento grátis, vagas reservadas e podem circular nas faixas destinadas aos ônibus além da isenção de taxas de licenciamento. Também existe uma meta de diminuição de pelo menos 80% da emissão de CO2 até 2050, tendo como uma submeta a proibição de carros a combustão até 2030. |

Fonte: Baseado nos dados de EV-Volumes (2018); European Comission (2017); PDRI (2014)

No panorama chinês em relação aos mecanismos de incentivo o trabalho de Wang, Li e Zhao (2017) apontam que os instrumentos de incentivo possuem três frentes de ataque, a primeira consiste em um conjunto de incentivos financeiro visando reduzir o custo de compra do veículo, como por exemplo, subsídios diretos, isenção de determinados impostos e isenção do pagamento de pedágio. A segunda frente de ataque consiste em um conjunto de ações de disseminação da informação que se objetivam em fornecer informações sobre preços, praticidade, confiabilidade, eficiência energética, duração da bateria e relações de comparação com os veículos movidos a combustão. Por fim, tem-se as ações de conveniência que se destinam a proporcionar, aos consumidores, facilidades relacionadas a utilização dos VE, como instalação dos postos de recarga, estacionamentos dedicados e isenção no rodízio de placas.

## 7. MAPEAMENTO DOS MECANISMOS DE INCENTIVOS PARA PROMOÇÃO DOS VE NO BRASIL

No contexto brasileiro algumas medidas já estão sendo tomadas para a promoção dos VE no mercado, entretanto, não existe ainda uma padronização do que é aplicado em todos os estados de maneira geral, deixando assim para iniciativas estaduais. Como forma de mapear esses casos, o Quadro 3 apresenta alguns exemplos de mecanismos de incentivos diretos e indiretos para a utilização dos VE.

Quadro 3 - Mecanismos de Incentivo para Veículos Elétricos no Brasil

| Estado | Mecanismo de Incentivos |
|---|---|
| Paraná | Projeto de eletrovia entre Paranaguá e Foz do Iguaçu, com cerca de 700km e oito pontos de abastecimento com cerca de 100km de distancia entre elas, o serviço será de recarga rápida e gratuita. |
| Espírito Santo | Eletroposto localizado em Vitória. Abertura de licitação para aquisição de dois veículos elétricos pela Prefeitura de Vitória e instalação de dois eletropostos com alimentação por painéis fotovoltaicos. |
| Rio – São Paulo | Primeira Eletrovia Interestadual do Brasil, conectando Rio de Janeiro e São Paulo (434km de distância) com seis eletropostos, três em cada sentido, com distância média de 100km entre eles. |
| Santa Catarina | Projeto de instalação de três Eletropostos entre Florianópolis e Joinville, com distância média de 100km entre os eletropostos. |
| Rio de Janeiro | O projeto 'Tarifa Comercial Zero' é referente ao projeto de um ônibus 100% elétrico que circula na cidade de Volta Redonda, não é cobrado tarifa da população. Aquisição de três veículos elétricos para recolhimento de lixo hospitalar pela Companhia Municipal de Limpeza Urbana Comlurb Em julho de 2019, o prefeito Marcelo Crivella assinou a Declaração de Ruas Livres de Combustíveis Fósseis da C40*, se comprometendo a adquirir apenas ônibus de zero emissões nos contratos e concessões assinados a partir de 1º de janeiro de 2025. E a garantir que uma importante área da cidade seja transformada em uma zona de zero emissões até 2030. |
| São Paulo | Isenção no rodízio de placas. Meta de redução de 50% dos poluentes dos ônibus em dez anos e de 100% em 20 anos, previstas na nova lei ambiental, iniciando o processo de troca dos ônibus a Diesel por veículos Elétricos. Eletropostos na cidade de São Paulo. |
| Mato Grosso | Projeto de Lei nº 745/2019 em análise na Assembleia Legislativa. A proposta do projeto é a isenção do Imposto Sobre Propriedade de Veículos utomores (IPVA) para proprietários de veículos elétricos. |

Fonte: Baseado nos dados de Eletroposto (2018); ABVE (2018); BrasilEnergia (2018)

## 8. ELETROPOSTOS: ESTRUTURAS DE CARREGAMENTO DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS

Um eletroposto é responsável por conectar um VE plug-in à rede elétrica afim de se realizar o carregamento da bateria, consequentemente, o consumo de potência destes eletropostos depende do nível e do tipo de sua recarga efetuada, pois, quanto mais rápida é a recarga, maior é a potência drenada da rede. Adicionalmente, os eletropostos podem ser instalados em locais onde uma infraestrutura de apoio já está consolidada, como em estacionamentos de shoppings, restaurantes e outros centros comerciais com grande circulação de pessoas.

O panorama brasileiro, segundo a ABVE (2018), quando comparado aos países da Europa e da América do Norte, ainda possui poucos pontos de recarga de veículos elétricos. Entretanto, a um tempo, os investimentos públicos em parceria com 22 empresas privadas têm desenvolvido eletropostos no país, como é o caso da Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL) que possui seis eletropostos, onde dois deles são em parceria privada com a Natura e a 3M. Outro Exemplo que pode ser citado, é o da Itaipu Binacional que possui 12 eletropostos em operação em Curitiba, 8 em Foz do Iguaçu e 3 em Brasília. Já no Espírito Santo existem apenas 20 carros elétricos, até maio de 2018, e o primeiro eletroposto foi inaugurado em junho de 2018 e está situado no Shopping na Praia do Suá. A Figura 02 (a) apresenta o local onde foi estabelecido o eletroposto no shopping, na Figura 02 (b) a ilustração do 2° elétroposto implantado na Cidade de Vitória-ES que está situado na EDP Escelsa (Espírito Santo Centrais Elétricas S. A), e a Figura 2(c) indica um eletroposto implantado na Av. Dante Michelini.

Figura 2: Eletropostos da Cidade de Vitória - ES

(a) (b) (c)

Fonte: Elaborado pelo autor

Os métodos para a recarga de veículos elétricos são tipicamente divididos em três categorias, listadas a seguir (MARTINS, 2017). A *Recarga lenta:* tipo de recarga é mais utilizado nas residências de usuários de veículos elétricos. As recargas demandam de 8 a 20 horas para um carregamento completo de um veículo. *Recarga semirrápida*: Um veículo pode ser completamente carregado em um período de 2 a 6 horas. A recarga semirrápida pode ser encontrada tanto em estações públicas quanto em domicílios. *Recarga rápida*: A recarga rápida fornece elevada potência em corrente contínua ou em corrente alternada. Este tipo de recarga permite que um veículo seja carregado de 0 a 80% do total de sua bateria em aproximadamente 30 minutos. Este tipo de recarga não realiza um carregamento completo (carregamento até 100% da capacidade da bateria) para não prejudicar a vida útil da bateria e por questões de segurança.

Para a determinação do melhor lugar de se alocar um eletroposto, se faz necessário a identificação dos intervalos de tempo durante o dia com maiores demandas de recarga de veículos elétricos, as regiões que possuem maior circulação de pessoas e frotas de veículos e a distância mínima que atenda aos níveis de autonomia que um veículo elétrico consegue percorrer em relação a um trajeto pós recarga. Seguindo algumas especificações é possível maximizar o atendimento dos consumidores que desejam efetuar recargas de VEs baseadas nas demandas atuais do fluxo de veículos. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) aprovou no corrente ano de 2018, a regulamentação sobre a recarga de veículos elétricos por interessados na prestação desse serviço (distribuidoras, postos de combustíveis, shopping centers, empreendedores). Dessa forma, a ANEEL optou por uma regulamentação mínima do tema, que evita a interferência da atividade nos processos tarifários dos consumidores de energia elétrica, quando o serviço for prestado por distribuidora.

Ficou definido que a ANEEL irá disponibilizar um formulário eletrônico que permita a qualquer consumidor interessado o envio das informações necessárias ao registro junto à Agência das estações de recarga em unidades consumidoras de sua titularidade (ANEEL, 2018).

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do presente estudo, é notável a necessidade de se adequar às novas tendências tecnológicas no que se refere à locomoção. A inserção de veículos elétricos na cultura atual é realidade, porém caminha a passos lentos e ainda é pouco difundida. Faltam incentivos do governo em vários sentidos, desde a redução de impostos incidentes na compra desses veículos até políticas que incentivem a redução de emissão de poluentes por consequência do uso desses automóveis. Os VEs são uma alternativa sustentável por utilizar a energia elétrica em seus motores. Isso se dá desde que a geração da eletricidade seja originada de fonte limpa e renovável, o que pode garantir que as emissões de poluentes cheguem a níveis praticamente nulos.

Essa modernização que segue em direção ao surgimento de novas tendências tecnológicas e o abastecimento energético por novas fontes de energia renováveis e dispersas, inclui o conceito de eficiência energética associada à eletrificação dos meios de transporte de maneira geral. Adicionalmente, esses fatores vêm promovendo o desenvolvimento dos Veículos Elétricos em contrapartida aos movidos a combustão. Dessa forma, a introdução dos VE já pode ser considerada como uma realidade e deve ser levada em consideração no planejamento dos sistemas de transporte

## REFERÊNCIAS

[1] Agrizzi, F. H. A.; Pereira, A. L. ; Fardin, J. F. ; Encarnacao, L. F. Desenvolvimento da Mobilidade Urbana Sustentável Frente ao Conceito das Smart Cities e da Inclusão dos Veículos Elétricos. In: XVI Congresso de Pesquisa e Ensino em Engenharia de Transportes do Estado do Rio de Janeiro - XVI Rio de Transportes, 2018, Rio de Janeiro.

[2] Aneel. Agência Nacional de Energia Elétrica. Aprovada regulamentação sobre recarga de veículos elétricos. Disponível em < http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQREz8EVlZ6/content/aprovada-regulamentacao-sobre-recarga-de-veiculos-eletricos/656877?inheritRedirect=false >. Acesso em Out. 2018

[3] Araújo, C. S.; Silva, L. F. M.; Cavalcante, M. M. Mudanças sócioculturais e reconfiguração do espaço urbano. In: IX Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona-Bogotá, Junio 2017. Departament d'Urbanisme i Ordenació del Territori. Universitat Politècnica de Catalunya, 2017.

[4] Associação Brasileira do Veículo Elétrico. Electric Mobility Brasil instala eletrovia na Dutra. Disponível em http://www.abve.org.br/electric-mobility-instala-eletrovia-na-dutra/. Acesso em out. 2018

[5] Benevolo, C.; Dameri, R. P.; D'AURIA, B. Smart mobility in smart city. In: Empowering Organizations. Springer, Cham, 2016. p. 13-28.

[6] Bjerkan, K. Y.; Nørbech, T. E.; Nordtomme, M. E.. Incentives for promoting battery electric vehicle (BEV) adoption in Norway. Transportation Research Part D: Transport and Environment, v. 43, p. 169-180, 2016.

[7] Brasil. Decreto nº 9.442, de 5 de julho de 2018. Altera as alíquotas do Imposto sobre Produtos Industrializados - IPI incidente sobre veículos equipados com motores híbridos e elétricos. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9442.htm > . Acesso em Out. 2018b.

[8] Brasil. Medida Provisória Nº 843, de 5 de Julho de 2018. Estabelece requisitos obrigatórios para a comercialização de veículos no Brasil, institui o Programa Rota 2030 - Mobilidade e Logística e dispõe sobre o regime tributário de autopeças não produzidas. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Mpv/mpv843.htm>. Acesso em out. 2018a.

[9] Brasilenergia. Itaipu aposta no uso de veículos renováveis. Disponível em <https://Brasilenergia.editorabrasilenergia.com.br/itaipu-aposta-no-uso-de-veiculos-renovaveis/> Acesso em out. 2018.

[10] Broadbent, G. H.; Drozdzewski, D.; Metternicht, G. Electric vehicle adoption: An analysis of best practice and pitfalls for policy making from experiences of Europe and the US. Geography Compass, v. 12, n. 2, p. e12358, 2018.

[11] Dargay, J., Gately, D. E Sommer, M. Vehicle Ownership and Income Growth, Worldwide: 1960-2030. Energy Journal, 2007.

[12] De Rubens, G. Z.; Noel, L.; Sovacool, B. K. Dismissive and deceptive car dealerships create barriers to electric vehicle adoption at the point of sale. Nature Energy, p. 1, 2018.

[13] De Vasconcelos, W. et al. Benefícios da tecnologia da informação para as estratégias empresariais: uma revisão integrativa. Revista Ciência & Saberes-Facema, v. 3, n. 4, p. 732-739, 2018.

[14] Departamento Nacional de Trânsito. Base de dados estatísticos. Disponível em <http://www.denatran.gov.br/index.php/estatistica/261-frota-2018> acesso em out 2018.

[15] Dimatulac, T.; Maoh, H. The spatial distribution of hybrid electric vehicles in a sprawled mid-size Canadian city: Evidence from Windsor, Canada. Journal of Transport Geography, v. 60, p. 59-67, 2017

[16] Drumm, F. C. et al. Air Pollution From The Burning of Fuels Derived From Petroleum IN Motor Vehicles. Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET), v. 18, n. 1, p. 66-78, 2014.

[17] Egbue, O.; LONG, S. Barriers to widespread adoption of electric vehicles: An analysis of consumer attitudes and perceptions. Energy policy, v. 48, p. 717-729, 2012.

[18] Ehsani, M. et al. Modern electric, hybrid electric, and fuel cell vehicles. CRC press, 2018.

[19] Eletroposto. Sistema inteligente de carregamento de veículos elétricos. Disponível em <http://www.eletropostocelesc.com/>. Acesso em out. 2018.

[20] Empresa de Pesquisa Energética - EPE. Boletim Mensal de Energia Mês de Referência: fevereiro de 2018. Disponível em <http://www.mme.gov.br/documents/1138787/72198330/02+-+Boletim+Mensal+de+Energia+-+Fevereiro+2018+%28PDF%29.pdf/7d288173-5fde-42d6-b68c-66e1b1e584a8>. Acesso em setembro de 2018.

[21] Esmaeilian, B. et al. The future of waste management in smart and sustainable cities: A review and concept paper. Waste Management, v. 81, p. 177-195, 2018.

[22] European Comission. Smart Grid Projects Outlook 2017: Lessons Learned and Current Developments. Geneva, 2017. Disponível em:< http://ses.jrc.ec.europa.eu/smart-grids-observatory>. Acesso em: set. 2018.

[23] EV-Volumes. Global Plug-in Sales. 2018. Disponível em: http://www.ev-volumes.com/country/total-world-plug-in-vehicle-volumes/, Acesso em: jun. 2018.

[24] Fischer, D.; Madani, H. On heat pumps in smart grids: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 70, p. 342-357, 2017.

[25] Gil, A. Como elaborar Projetos de Pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002

[26] Gomes, R. S. P. et al. A modelagem matemática no Brasil: resultados de uma revisão integrativa de teses e dissertações. Revista Thema, v. 15, n. 1, p. 156-167, 2018.

[27] Hannan, M. A. et al. Review of energy storage systems for electric vehicle applications: Issues and challenges. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 69, p. 771-789, 2017.

[28] Hora, T. S.; Singh, A. P.; AGARWAL, A. K.. Future Mobility Solutions of Indian Automotive Industry: BS-VI, Hybrid, and Electric Vehicles. In: Advances in Internal Combustion Engine Research. Springer, Singapore, 2018. p. 309-345.

[29] Inside EVS. Monthly plug-in sales scorecard. 2018. Disponível em: <http://insideevs.com/monthly-plug-in-sales-scorecard/>. Acesso em: 02 set. 2018.

[30] Kagan, K.; Golvea, M.; Maia, F. C.; Duarte, D.; Labronici, J. and Guimarães, S. D. Redes elétricas inteligentes no Brasil: análise de custos e benefícios de um plano nacional de implantação. Rio de Janeiro: Sinergia: Abradee; Brasília: Aneel, 2013.

[31] Kneib, E. C. et al. Identificação de subcentros urbanos para o planejamento de transportes e mobilidade: contribuição metodológica baseada em especialistas. In: Projeto e Cidade: Centralidades e Mobilidade Urbana. 324 p. Goiânia: Gráfica UFG, 2014.

[32] Krupa, J. S. et al. Analysis of a consumer survey on plug-in hybrid electric vehicles. Transportation Research Part A: Policy and Practice, v. 64, p. 14-31, 2014.

[33] Martins, M. C. S. Análise Série Temporal Para Alocação Ótima De Eletropostos De Recarga Rápida Em Áreas Urbanas. 2017. 109p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP, 2017

[34] Mello, A., e Portugal, L. Um procedimento baseado na acessibilidade para a concepção de Planos Estratégicos de Mobilidade Urbana: o caso do Brasil. EURE (Santiago), 43(128), 99-125. 2017.

[35] Mendonça, F. A. F. Reestruturação De Redes de Transporte Coletivo a Partir da Identificação de Centralidades em Cidades de Médio Porte*:* Procedimento Metodológico e Definição de Diretrizes. 2016. 129f. Dissertação (Mestrado em Projeto e Cidade), Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia - GO, 2016.

[36] Morton, C.; Anable, J.; Nelson, J. D. Consumer structure in the emerging market for electric vehicles: Identifying market segments using cluster analysis. International Journal of Sustainable Transportation, v. 11, n. 6, p. 443-459, 2017.

[37] PDRI - Programa Brasileiro de Redes Inteligentes. 2015. Disponível em < http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/PeD_2008-ChamadaPE11-2010.pdf > Acesso em out. 2018.

[38] Pelletier, S. et al. Battery degradation and behavior for electric vehicles: Review and numerical analyses of several models. Transportation Research Part B: Methodological, v. 103, p. 158-187, 2017.

[39] Pelletier, S. et al. Battery degradation and behaviour for electric vehicles: Review and numerical analyses of several models. Transportation Research Part B: Methodological, v. 103, p. 158-187, 2017.

[40] Pereira, A. L.; Fardin, J. F.; Encarnacao, L. F. Electric Vehicles as Motivators for Smart Grids. In: VII Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos, 2018, Niterói - RJ. VII Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos, 2018.

[41] Silva, R. E. Proposta de método de auxílio à decisão para planejamento e otimização da inserção de veículos elétricos na matriz do modal rodoviário brasileiro. 2018. 235f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica). Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Estadual Paulista - SP, 2018.

[42] Testa, J. F. A poluição atmosférica por veículos automotores na Região Metropolitana de São Paulo: causas e impactos. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 19, n. 2, p. 1209-1221, 2015.

[43] Vu, H.; Choi, W. A Novel Dual Full-Bridge LLC Resonant Converter for CC and CV Charges of Batteries for Electric Vehicles. IEEE Transactions on Industrial Electronics, v. 65, n. 3, p. 2212-2225, 2018.

[44] Wang, S.; LI, J.; Zhao, D. The impact of policy measures on consumer intention to adopt electric vehicles: evidence from China. Transportation Research Part A: Policy and Practice, Amsterdam, v. 105, nov. 2017.

[45] Xiong, R. et al. Critical review on the battery state of charge estimation methods for electric vehicles. IEEE Access, v. 6, p. 1832-1843, 2018.

# Capítulo 19

## *A degradação ambiental pela utilização de aditivos químicos como insumos de produtos industrializados*

*João Victor Valenciano Rocha*
*Paulo Custódio do Nascimento*
*Vânia Érica Herrera*
*Marlene de Fátima Campos Souza*
*Edson Detregiachi Filho*

Resumo: A grande quantidade de aditivos químicos utilizados como insumos de produtos industrializados é responsável por parcela da degradação ambiental atual, pois grande parte desses insumos é descartado no meio ambiente. nesse contexto percebe-se um grande apelo social para a utilização de técnicas e produtos sustentáveis, pois favorecem a preservação ambiental e contribuem para a melhoria da saúde pública. dessa maneira a utilização de produtos naturais como alternativa para a substituição dos aditivos químicos pode ser um diferencial competitivo para as empresas. cremes e pastas de dentes são produtos largamente utilizados pela maioria da população e repetidas vezes ao dia, sendo descartados por meio da rede de esgoto, contaninando os rios e o lençol freático. este artigo tem como objetivo elencar propostas para utilização de aditivos naturais em substituição aos químicos na produção de creme dental. a metodologia utilizada é a pesquisa bibliográfica. os resultados apontam para possibilidades viáveis de utilização de insumos naturais como aditivos no processo de fabricação em análise.

Palavras Chave: Pasta de dente, meio ambiente, saúde, aditivos químicos.

## 1.INTRODUÇÃO

A higiene e a aparência são uma preocupação do homem há séculos, pensando tanto em estética como em saúde e sobrevivência, constatando a criação de cremes dentais desde a Idade Antiga, segundo registros existentes, onde foram criadas pelos egípcios a partir de recursos naturais disponíveis na região, os quais estavam inclusos flores, pimenta e folhas de menta. (ROCHA, 2015).

No século XVIII, encontram-se também registros de outros países, como os do continente americano, que atribuíam pão queimado na composição para a limpeza dos dentes e o Reino Unido, onde as pastas se tornaram mais populares, que tinham como componentes principais o sal e o giz. Posteriormente, há também relatos do uso de carvão vegetal e tijolo. (ORIGEM DAS COISAS, 2018).

Segundo Rocha (2015), por volta de 300 a 500 anos a.C. os chineses realizavam pastas de dente com cinza, ossos de boi, arroz em pó e casca de ovos em pó, devido ao componente carbonato de cálcio ($CaCO_3$); já no primeiro século d.C. os romanos apresentaram dentifrícios provenientes de uma mistura de pedra-pomes e vinagre, acrescentando mel, sangue, carvão, olhos de caranguejo, ossos moídos da cabeça de coelhos e urina humana, prevalecendo o intuído de clarear os dentes e manter uma boa saúde bucal.

Ao longo do tempo, as receitas de cremes dentais foram amadurecendo e criando grande espaço no mercado mundial, onde as empresas começaram a atender as necessidades de prevalecer a excelência na saúde bucal, criando fórmulas específicas para atingir os resultados de limpeza, frescor, proteção e dentes saudáveis, que são os principais objetivos de um dentifrício.

Atualmente, encontra-se uma variedade de marcas e sabores do produto, com o intuito de atender o público infantil e adulto e estipular preços acessíveis para garantir a concorrência. O fato de ser um produto presente na rotina de 90% dos brasileiros, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), permite que tenha um mercado amplo que possa atender variados casos dentários e diferentes classes sociais.

Alguns dos principais componentes das pastas de dente, encontradas em supermercados atualmente, são fluoreto de sódio (NaF), conhecido como flúor, responsável por inibir a ação das bactérias; carbonato de cálcio ($CaCO_3$), com a função de eliminar a placa bacteriana; Sorbitol, o qual permite o sabor doce nas pastas; Triclosan, antibacteriano promovendo o clareamento , Lauril Sulfato de Sódio, produz a espuma durante a escovação,

entre outros, sendo assim, nota-se um grande apelo aos aditivos químicos como parte da composição. (DE SOUZA, 2018).

Segundo uma pesquisa realizada pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), a pesquisa obteve um resultado otimista em relação à preservação ambiental, obtendo cerca de 90% da população brasileira preocupada com as questões ambientais. No entanto, essas pesquisas incentivaram as empresas a investir em projetos sustentáveis, visando atender o macroambiente natural e sociocultural. (GRANDELLE, 2014).

Os resíduos químicos causam impactos negativos ao meio ambiente, a nível irreversível, sendo que o avanço industrial e o componente de diversos produtos de rotina são os principais agravantes dessa questão. (PENSAMENTO VERDE, 2013).

Atualmente há uma série de processos tecnológicos que são eficazes para o trabalho sustentável, no entanto é possível a aplicação dessas operações em diversos tipos de negócios, como fontes renováveis de energia, coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos, técnicas para a economia de água. Portanto, o macroambiente tecnológico se torna apto a atender os requisitos do mercado voltado a produtos naturais, possibilitando a criação de uma nova pasta de dente. (SIQUEIRA 2014)

Segundo Longo (2012), pesquisador da Universidade Federal de São Carlos e da Universidade Estadual Paulista, as fórmulas mais conhecidas de pastas de dente atualmente possuem substâncias químicas responsáveis pela poluição dos rios. Pesquisadores realizaram um cálculo hipotético relativo ao consumo diário de cremes dentais por brasileiros, seguindo as recomendações odontológicas, que resulta em cem toneladas de resíduo poluidor no período de um ano. O problema apresentado motivou o desenvolvimento desse trabalho que tem como objetivo apresentar insumos alternativos para a produção de creme dental sem a utilização de aditivos químicos.



A metodologia utilizada é a pesquisa bibliográfica. O trabalho é relevante pois de acordo com o IBGE, (2015), mais de 90% da população brasileira escovam os dentes usando creme dental, portanto, o uso de um dentifrício sem aditivos químicos presente em uma embalagem sustentável contribuiria tanto à saúde da população, quanto a preservação do meio ambiente, na redução dos impactos ambientais negativos.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Mercola (2015), as pastas de dente convencionais contêm produtos químicos antibacterianos que têm sido associados a preocupações com a resistência aos antibióticos e a ruptura do sistema endócrino.

Os produtos químicos que perturbam o endócrino são uma preocupação séria, pois podem promover uma grande variedade de problemas à saúde, incluindo câncer de mama, ovário, próstata e testicular, bebês prematuros e de baixo peso.

A responsabilidade socioambiental já esta incluído na política de diversas empresas, no entanto a gestão de empreendimentos sustentáveis se torna essencial, visando um trabalho inerente às questões de sustentabilidade.

No século XX foi marcada a sustentabilidade política, econômica, social e ambiental devido à decorrência de acidentes e catástrofes ambientais causados pela intervenção humana, sendo assim, teve-se como resultado uma preocupação maior em questões relacionadas ao meio ambiente. (OLIVEIRA, 2015).

No Brasil, a questão ambiental está na atual Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) e na Constituição Brasileira, aprovada em 1988, onde declara no capitulo VI- Do Meio Ambiente, art. 225: "todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e a coletividade o dever defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações".

Segundo Simantob e Lippi, (2003), a inovação traz o conceito de implantar uma iniciativa com sucesso, onde o desenvolvimento do produto seja eficaz ao mercado e formulado com uma nova tecnologia, processo ou modelo de negócio, atendendo e satisfazendo as exigências dos clientes. A ideia, no entanto, é apresentar possíveis insumos para a criação de uma pasta de dente sem aditivos químicos, atendendo a máxima higiene bucal e também as demandas sustentáveis, tencionando unir a demanda por sustentabilidade com atividades rotineiras como um diferencial.

### 2.1 ADITIVOS QUÍMICOS

Segundo a Portaria SVS/MS 540, de 27/10/97 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é considerado um Aditivo Químico todo e qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos sem propósito de nutrir, com o objetivo de

modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação

Os aditivos químicos têm algumas funções como realçar o sabor e odor dos alimentos, conhecidos como os aromatizantes; há também os corantes e conservantes que conferem ou realçam a cor, retardam o processo de deterioração dos alimentos respectivamente.

Os aditivos químicos causam efeitos colaterais na saúde humana, principalmente em crianças. Estudos mostram a relação entre os aditivos alimentares e a neoplastia, estudos feitos também que relacionam estes aditivos com o transtorno de déficit de atenção ou ainda estudos que mostram relação a manifestações de asma, urticária e angiodema por conta do consumo. (POLÔNIO e PERES, 2005).

As consequências da utilização dos aditivos químicos podem ser irreversíveis para a natureza e saúde humana. Tendo em vista o consumo cada vez maior na industrialização de produtos de rotina do ser humano, há uma tendência de piorar o cenário atual. (PENSAMENTO VERDE, 2013).

Muitas são as fontes degradadoras da natureza, porém os resíduos químicos são considerados os mais agressivos. Lixo e efluentes originados de indústrias, hospitais e institutos de pesquisa acabam poluindo o ambiente, trazendo inúmeras consequências para a saúde. Os compostos químicos podem penetrar no organismo pela via respiratória, através da pele ou por ingestão trazendo sérios riscos para o ser humano.

Segundo Rondó (2015), as pastas de dente mais conhecidas no mercado apresentam riscos à saúde humana, constatando que o flúor, componente químico conhecido por agir de forma preventiva contra cáries, age como um inibidor enzimático no corpo, fazendo com que as células deixem de funcionar e pode causar manchas brancas nos dentes, osteoporose e chegar à morte por envenenamento, quando em excesso.

De acordo com Caleiro (2013), em muitos países como Dinamarca e Suécia, ingestão de flúor pela água e

por meio de cremes dentais tem sido considerada excessiva, e em muitos países, o flúor foi banido da água.

Considerando que as doses de 2mg de flúor chegaram a ser utilizadas para tratar uma tireoide com grande atividade (hipertireoidismo) é evidente que a ingestão diária desta mesma dose gerará ou facilitará o quadro geral de hipotireoidismo em pessoas saudáveis. Há ligação entre o hipotireoidismo em mulheres grávidas e a redução de QI em crianças, e ainda, como contribuição para o desenvolvimento de autismo.

Em razão disso, reforça a necessidade de se evitar a ingestão de flúor seja por meio da água, seja por meio de creme dental.

Outros ingredientes encontrados nos cremes dentais como triclosan e glicóis de polietileno podem causar reações alérgicas ao ser humano, são considerados potencialmente cancerígenos e a concentração destes resultam em danos para o fígado, rins e pulmões devido à toxicidade desses componentes. (CURA DENTE).

O Lauril éter sulfato de sódio, responsável pela espuma, através do esgoto, chega aos rios e lagos onde diminui a disponibilidades de elementos na água que são essenciais para vida no habitat específico e, como consequência gera a morte de organismo vivos de diferentes níveis tróficos. (ECYCLE).

## 2.2 ALTERNATIVAS AOS ADITIVOS QUÍMICOS

O mercado já apresenta pastas de dente composta por ingredientes que não apresentam ameaças ao meio ambiente e garante boa higiene bucal e benefícios à saúde humana, como exemplo a Tom's of Maine que está no mercado desde 1970, sendo que em diversos países já é muito conhecida devido à divulgação em redes sociais e a missão que ela propõe em preservar a saúde ambiental. (TOM'S OF MAINE).

Outra marca que apresenta uma solução alternativa para a saúde humana e ambiental é a marca Lush, onde segundo Contaifer (2017), ela possui os "tabletes dentais", uma pasta de dente em pó que contém uma quantidade menor de aditivos químicos.

Estudos já indicam ingredientes que seriam favoráveis para a higiene bucal como o óleo de coco, bicarbonato de sódio e óleos essenciais. Segundo Mercola (2015), em um estudo para testar as propriedades biocidas do óleo de coco contra as bactérias responsáveis pela cárie dentária, o óleo provou ser bastante eficaz. A ação do óleo de coco foi testada em seu estado natural e depois de ser tratada com enzimas, em um processo semelhante à digestão. Os óleos foram testados contra cepas de bactérias Estreptococos (Streptococcus), que estão presentes na cavidade bucal.

Foi descoberto que o óleo de coco modificado por enzimas inibe fortemente o crescimento da maioria das cepas de bactérias de Estreptococos, incluindo Streptococcus mutans, uma bactéria que produz ácido que é uma das principais causas da cárie dentária.

Segundo Mercola (2017) o bicarbonato de sódio em sua forma natural, é conhecido como nacolita que é parte de um mineral natural chamado natrão, sendo assim, um ingrediente não poluente. Antigamente era um produto de uso culinário, porém a partir de 1920 o produto se tornou mais versátil e em 1930 foi anunciado como agente medicinal.

Segundo Mapric (2018), o bicarbonato tem por finalidade a limitação da proliferação bacteriana, diminuindo o processo de degradação do suor e impedindo a formação de substâncias voláteis de odor desagradável. De acordo com Mercola (2017), também é eficaz no combate a bactéria Estreptococus e pelo fato de conter leve ação abrasiva, realiza a remoção de placas e faz polimento.

Mapric (2018) informa que o óleo essencial é constituído por cerca de um terço de mentol, é estimulante e calmante, ligado ao frescor e suavidade da pasta. Segundo sua propriedade, é antisséptico, antibiótico, anti-infeccioso, estomacal, antiespasmódico, estimulante, tônico, antiparasítico, vermífugo, expectorante, analgésico, descongestionante, digestivo.

Este óleo também exibe atividade antibacteriana e atua na saúde bucal contra bactérias periodônticas e cariogênicas. (MERCOLA, 2017).

Outros ingredientes para compor a pasta com o intuito de dar consistência, também se mostram benéficos, como a argila bentonita que é usada em preparações e produtos farmacêuticos de uso oral e em cosméticos. Segundo a Acofarma (2018) a bentonita absorve água formando géis, dependendo da concentração. Tem função limpadora, remineralizante, depuradora e alcanalizante. Ou seja, realiza a limpeza dos dentes e ainda transfere minerais e nutrientes para região bucal e remove toxinas e resíduos.

Segundo Contaifer (2017), o uso de componentes alternativos pode ser aderido desde que sejam em uma

proporção aceitável e que tenha o acompanhamento de um dentista. No entanto, a confecção de uma pasta de dente com aprovação de dentistas, medidas exatas dos ingredientes e contraindicações, pode vir a se tornar uma alternativa aos que prezam o não uso de substâncias químicas poluentes e que afetam a saúde.

## 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A demanda por produtos naturais tem aumentado, as novas gerações, com a informação mais acessível, têm buscado produtos que ofereçam menor impacto ao meio ambiente e a sua própria saúde.

As informações relacionadas aos impactos ambientais e a saúde do ser humano, provenientes dos aditivos químicos presentes na formulação dos atuais cremes dentais, tendem a ser cada vez mais estudados e disseminados para sociedade. Com isso, o mercado de creme dental natural deve crescer ao longo dos anos.

Com essa tendência de crescimento, aumentará o consumo dos componentes que são utilizados para fabricação do creme dental natural. Dessa forma, também poderá contribuir

para uma maior acessibilidade para esse tipo de produto pois tende a se tornar mais comum, o que pode levar a uma redução dos preços, fazendo com que seja um produto mais desejado por essa outra ótica, além dos benéficos para o meio ambiente e saúde. Além disso, o apelo social pela demanda de produtos naturais em substituição aos aditivos químicos nos processos industriais pode criar um diferencial competitivo às empresas por entregar mais valor aos seus clientes em comparação aos seus concorrentes.

O mercado sustentável exige novas técnicas que não comprometam negativamente a situação do meio ambiente, requer redução de custos e traz uma clientela mais madura e informada, portanto, a ideia e adesão de uma pasta de dente com ingredientes naturais, sem aditivos químicos, atende as dimensões da gestão de inovação, utilizando métodos e estratégias que favoreçam as exigências dos consumidores, criando um produto de rotina que não será um poluente ou mais um resíduo sólido urbano.

## REFERÊNCIAS

[1] Acofarma. Fichas de Información Técnica – Bentonita. Disponível em: < http://www.acofarma.com/admin/uploads/descarga/4098-2f7c93c8dfda4f6ba5ce9cb23d81b56063046b76/main/files/Bentonita.pdf> Acesso em 25 de Abril de 2018.

[2] Caleiro, Júlio (2013). O Flúor pode ser a causa de inúmeras doenças! Disponível em:<https://nutricaobrasil.wordpress.com/2013/07/10/o-fluor-pode-ser-a-causa-de-inumeras-doencas/> Acesso em 25 de Junho de 2018.

[3] Cni, 2012. Mais de 90% dos Brasileiros se Preocupam com o Meio Ambiente. Disponível em:<http://portal.aprendiz.uol.com.br/arquivo/2012/05/07/mais-de-90-dos-brasileiros-se-declaram-preocupados-com-o-meio-ambiente/> Acesso em 06 de Junho de 2018.

[4] Contaifer, Juliana (2017). Afinal, É Saudável Escovar os Dentes com Produtos Alternativos. Disponível em: <https://www.metropoles.com/vida-e-estilo/bem-estar/saude-bem-estar/afinal-e-saudavel-escovar-os-dentes- com-produtos-alternativos> Acesso em 25 de Junho de 2018.

[5] De Souza, Líria Alves. Composição das Pastas Dentais. Disponível em: < http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/composicao-das-pastas-dentais.htm> Acesso em 25 de Abril de 2018.

[6] Ecycle. As Propriedades do Creme Dental e o Meio Ambiente. Disponível em:<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/35-atitude/1591-as-propriedades-do-creme-dental.html> Acesso em 25 de Abril de 2018.

[7] Grandelle, Renato, 2014. Preocupação da Sociedade com Planeta Leva Empresas a Investir em Projetos Sustentáveis. Disponível em: < https://oglobo.globo.com/sociedade/sustentabilidade/preocupacao-da- sociedade-com-planeta-leva-empresas-investir-em-projetos-sustentaveis-12723656> Acesso em 06 de Junho de 2018.

[8] Ibge, 2015. Saúde Bucal. Disponível em: <https://www.terra.com.br/vida-e-estilo/saude/saude-bucal/atualidades/ibge-quase-a-metade-nao-usa-escova-pasta-e-fio-dental,a372e13acfbc7d67b7cfa4ddcfb728fe0yzpRCRD.html> Acesso em 25 de Abril de 2018. Longo, Elson, 2012. Pasta de Dente Contém Substâncias que Poluem os Rios. Disponível em: < http://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2012/05/pasta-de-dente-contem-substancias-que-poluem-os- rios-diz-especialista-de-sao-carlos.html> Acesso em 25 de Abril de 2018.

[9] Mapric. Bicarbonato de Sódio. Disponível em:<http://www.mapric.com.br/anexos/boletim64_15072010_191616.pdf> Acesso em 25 de Abril de 2018. Mapric. Óleo Essencial de Menta. Disponível em: < http://www.mapric.com.br/anexos/boletim216_15072010_190120.pdf> Acesso em 25 de Abril de 2018. Mercola, 2015. 6 Reasons to Start Using Coconut Oil as Toothpaste. Disponível

em:<https://articles.mercola.com/sites/articles/archive/2015/04/25/coconut-oil-toothpaste.aspx> Acesso em 25 de Abril de 2018.

[10] Mercola, 2017. Óleo de Eucalipto: Extraordinário Óleo Essencial. Disponível em:<https://portuguese.mercola.com/sites/articles/archive/2017/09/09/oleo-de-eucalipto.aspx> Acesso em 25 de Junho de 2018.

[11] Mercola, 2017. 11 Benefícios Incríveis Para a Saúde Promovidos Pelo Uso de Bicarbonato de Sódio. Disponível em: <https://portuguese.mercola.com/sites/articles/archive/2017/06/28/beneficios-do-bicarbonato-de-sodio-para-a-saude.aspx> Acesso em 24 de Junho de 2018.

[12] Oliveira, George (2015). Desenvolvimento, política ambiental e sustentabilidade. Disponível em:<http://www.politicademocratica.com.br/article/desenvolvimento-politica-ambiental-e-sustentabilidade/> Acesso em 06 de Junho de 2018.

[13] Origem das coisas. A Origem das Pastas de Dente. Disponível em: < http://origemdascoisas.com/a-origem-da-pasta-de-dentes/> Acesso em 06 de Junho de 2018.

[14] Pensamento Verde, 2013. Os Resíduos Químicos e seu Impacto no Meio Ambiente. Disponível em: < http://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/residuos-quimicos-impacto-meio-ambiente/> Acesso em 25 de Abril de 2018.

[15] Polônio, M. L.T.; Peres, F. Consumo de aditivos alimentares e efeitos à saúde: desafios para saúde pública brasileira. Disponível em: < http://w.scielo.br/pdf/csp/v25n8/02.pdf > Acesso em 24 de Abril de 2018. Rocha, Jennifer, 2015. História e Composição Química do Creme Dental. Disponível em:<http://manualdaquimica.uol.com.br/curiosidades-quimica/historia-composicao-quimica-creme-dental.htm> Acesso em 25 de Abril de 2018.

[16] Rondó (2015). Flúor faz mal? Sim, e sua saúde pode estar em risco. Disponível em: < http://www.drrondo.com/fluor-faz-mal-sim-e-sua-saude-pode-estar-em-risco/> Acesso em 25 de Abril de 2018.

[17] Simantob, Moysés, Lippi, Roberta. Guia Valor Econômico de Inovação nas Empresas. (1ed. p. 12-47, p. 56-67). São Paulo: Editora Globo S.A., 2003.

[18] Siqueira, Alexandre (2014). A tecnologia Aliada a Sustentabilidade. Disponível em:<https://canaltech.com.br/meio-ambiente/A-tecnologia-aliada-a-sustentabilidade/> Acesso em 20 de Outubro 2017.

[19] Tom's Of Maine. Mission. Disponível em: <www.tomsofmaine.com> Acesso em 25 de Abril de 2018.

# Autores

AUTORES

## ADAN LÚCIO PEREIRA

Obteve os títulos de Engenheiro de Computação e Mestre em Energia pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em 2014 e 2016, respectivamente. Foi professor substituto no Departamento de Engenharias e Tecnologia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Atualmente é aluno de Doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Espírito Santo e Docente na Faculdade Brasileira MULTIVIX - Vitória

## ALEX SILVA PONTES

Graduando em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Pará - UEPA.

## ALINE PONTES HÜBNER

Graduanda em Engenharia de Produção pela Universidade do Sul de Santa Catarina, possui cursos de programação, análise de dados, Qlik, Excel e geração de KPIs. Atualmente atuando como Analista de Planejamento possui experiência com Gerência de processos, relacionamento com cliente, controle de produção e análise de dados.

## AMANDA NIELLA DE SOUZA

Bacharela em Ciências Exatas e Tecnológicas pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB);
Bacharelanda em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) –7º semestre.

## ANDRÉ FILIPE LISBOA

Graduando em Engenharia de Produção no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia campus Congonhas, estagiário de suprimentos na empresa FERRO+ mineração no qual ingressou em janeiro de 2019.

## BRUNA SALES FERREIRA GONÇALVES

Administradora, especialista em Recursos Humanos e graduanda em Engenharia de Produção.

## DEIDSON VITORIO KURPEL

Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia da Universidade Federal do Paraná (2015), possui licenciatura em Matemática pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco (2012). Atualmente, cursa o doutorado no Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia da Universidade Federal do Paraná. É Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais - Campus Arinos. Possui interesse nas áreas de Matemática Discreta e Combinatória, Modelagem Matemática e Programação Linear, Mista e Dinâmica.

## EDGARD COSTA OLIVEIRA

Professor Adjunto IV do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade de Brasília, EPR/FT/UnB desde 2017. De 2008 a 2017 foi professor da Faculdade UnB Gama FGA/Engenharia de Software. Pós-doutorado em Ciência da Computação CIC/UnB (2017), sob orientação da Brunel University London. Doutor e Mestre em Ciência da Informação pela UnB/FCI (2006 e 2001). Doutorado Sanduíche na Vrije Universiteit Amsterdam, Dept. de Ciência da Computação (2004-2005). Coordenador de Linha de Pesquisa e professor do Mestrado Profissional em Computação Aplicada/ Governança e Gestão de Riscos do CIC/UnB. Pesquisador e professor em disciplinas: Sistemas de Informação, Gerenciamento de Projetos, Web Semântica e Ontologias, Projeto

Integrador de Engenharias, Introdução à Engenharia, Governança e Gestão de Riscos, Normas e Padrões de Segurança da Informação, Humanidades e Cidadania para Engenharias.

## EDSON DETREGIACHI FILHO

Graduação em Engenharia Elétrica - UNIFEB - 1982 e Mestrado e Doutorado em Educação - UNESP – 2008-2012. Centro Universitário Eurípides de Marília - UNIVEM e Faculdade de Tecnologia de Garça - FATEC Garça. Docente e Pesquisador do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM. Docente do Curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial da Faculdade de Tecnologia - FATEC Garça – CEETEPS. Líder do Grupo de Pesquisa "Produção, Tecnologia e Formação Profissional" do curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Eurípides de Marília.

## ELIANI DA SILVA GAMA

Bacharel em Administração pela faculdade Anhanguera _ UNIDERP. Graduanda em Engenharia de Produção UEPA

## ERIC VINICIUS LUCION

Mestre em Administração pelo Programa de Pós Graduação em Administração (2017) da UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Cascavel, possui MBA em Gestão Estratégica pela UNIOESTE (2015), e graduado em Administração pela Universidade Paranaense (2012). Atualmente atuando como Professor Formador, Professor tutor e Tutor de Cursos de graduação em EAD na União Educacional de Cascavel - UNIVEL, e também compondo o corpo docente do curso de Publicidade e Propaganda e Gestão Comercial, também na UNIVEL.

## ETHEL CRISTINA CHIARI DA SILVA

Graduada em Engenharia de Produção Materiais (UFSCar) em 1990; Mestre em Engenharia (área de concentração: Engenharia Mecânica) pela Escola de Engenharia de São Carlos/Universidade de São Paulo (EESC/USP) em 1994 e Doutora em Engenharia (área de concentração: Engenharia Mecânica) pela mesma instituição em 1999. Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara (UNIARA) e, na mesma instituição, está vinculada ao Programa de Mestrado Profissional.

## FELIPPE RIBAS BARBOZA

Graduando 9º período no curso de Engenharia Mecânica Vitória - ES

## FERNANDO DE ANDRADE STELA

Formação de Técnico em Processamento de Dados - SENAC - GO (1999). Graduado em Ciência da Computação pela Universidade Paulista UNIP (2005). Especialização em Tecnologia da Informação e Negócios Eletrônicos pela Universidade Salgado Filho de Oliveira - Universo. Mestrando em Engenharia de Produção e Sistemas pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás - PUC-GO. Atualmente gerencia e desenvolve softwares de gerenciamento de produção para indústria do vestuário com enfase no PPCP e automação comercial, para as linguagens Microsoft .Net C# (Sharp Asp.Net MVC 5) e Microsoft Visual Basic 6.0 com banco de dados PostgreSql e SQL SERVER.

## FREDERICO ROMEL MAIA TAVARES

Possui Graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade de Fortaleza (UNIFOR) (1993), Especialização em Administração de Empresas e Gerência de Marketing pela Universidade Estadual do Ceará (UECE) (1998), Mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB) (2005) e Doutorado em Engenharia Mecânica, área de Gestão e Otimização, pela Universidade Estadual Paulista (UNESP) (2017). É professor efetivo Associado "N", lotado no

departamento de Engenharia de Produção da Universidade Regional do Cariri (URCA). Atualmente, é Diretor do Instituto de Tecnologia do Cariri - ITEC e Presidente do Grupo de Trabalho (GT) para a criação da Pró-Reitoria de Empreendedorismo e Inovação (PROEI).

## GERALDO MAGELA PEREIRA DA SILVA

Graduado em Administração com MBA Executivo em Gestão de Negócios. Professor Especialista na Faculdades Kennedy – Associação Educativa do Brasil – Green Belt Lean Six Sigma. Profissional voltado para Gestão de Manufatura e Qualidade, atuando em empresas multinacionais de grande porte. Com larga experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Planejamento, Logística e cadeia de suprimentos e Controle de Sistemas de Produção e treinamento. Participação na implantação e certificação da ISO/TS-16949:2002, ISO-14001, AVSQ, IS0 9000:2015, em empresas multinacionais. Ampla experiência em negociações sindicais. Leciona no Curso de Engenharia de Produção nas grades: Estratégia Industrial de Manufatura, Logística e cadeia de suprimentos, Planejamento Operacional da Produção Industrial, e no Curso de Pós graduação de Engenharia e Segurança do Trabalho nas Grades de Gestão de Risco e Ergonomia.

## GILMAR ANTONIO ADADA JUNIOR

Formado em Engenharia de Materiais pela UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), com MBA em Gestão Empresarial pela FGV (Fundação Getúlio Vargas) e Especialista com Pós Graduação em Indústria 4.0 pela UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná), possui atuação na área de coordenação de produção, engenharia e manutenção de empresas de grande porte, experiência em projetos de redução de custo com ferramentas GMD (Gestão Matricial de Despesas – FALCONI), melhoria de fluxo e processos com ferramentas D.O.E (Design of experiments LEARN six sigma), PKE (Process Kaizen Engineer – EFESO). Desenvolve, atualmente, projetos de digitalização com foco em Indústria 4.0.

## GILMAR EMANOEL SILVA DE OLIVEIRA

Professor Assistente da UFRB - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial pelo SENAI - Cimatec, Bahia. Possui MBA Executivo em Gestão de Projetos pelo SENAI - Cimatec e graduação em Engenharia de Produção.

## GUSTAVO YUHO ENDO

Atualmente é Professor do Departamento de Administração da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE). Membro do Grupo de Estudos e Pesquisas Avançadas em Logística e Supply Chain Management da Universidade de Brasília (GEALOGS/UnB). Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGA) - Mestrado Profissional da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2016) e Bacharel em Administração (2007). Atua principalmente nos seguintes temas: Empreendedorismo, Logística e Gestão Humana e Social nas Organizações.

## HEBERT ROBERTO DA SILVA

Engenheiro Mecânico UFU, 2005. Engenheiro de Segurança do Trabalho UFU, 2007. Especialista em Docência na Educação Superior UFU, 2010. Engenheiro de Soldagem UFU, 2011. International Welding Engineer, 2011. Mestrado Engenharia Mecânica UFU, 2010. Doutorado em Engenharia Mecânica UFU, 2014. Especialista em Ergonomia, SENAC, 2018. Elaborador de Itens do Banco Nacional de Itens (BNI) do ENADE capacitado pelo INEP. Avaliador de Atos de Autorização de Cursos de Graduação capacitado pelo INEP.

## HIGOR ELIR DE MASSO SANTOS

Graduado em Engenharia de Produção pela Faculdade de Engenharia de Presidente Prudente (FEPP) da Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE (2019).

AUTORES

## IEDO SOUZA SANTOS

Professor Assistente da Universidade do Estado do Para – UEPA, Graduado em Tecnologia Agroindustrial UEPA (2004). Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira pela Universidade Federal de Lavras (2008). Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos (2017). Áreas de pesquisa: Cadeia de Produção Florestal, Sistemas Agroindustriais e Educação em Engenharia

## ISAAC BORGES MOTA

Graduando em Engenharia de Software pela Universidade de Brasília. Possui experiência na área de Engenharia de Requisitos, Gerenciamento de Projetos e Desenvolvimento de Software.

## ISABELA MÁRCIA DE CARVALHO LUIZ

Engenheira de Segurança do Trabalho e Engenheira Ambiental e Sanitária Isabela Márcia de Carvalho Luiz. Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG e pós-graduada em Engenharia de Segurança do Trabalho – Faculdades Kennedy. Técnica em Equipamentos Biomédicos pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG. Participou do Programa de Intercâmbio Ciências sem Fronteiras, realizando graduação-sanduíche no curso de Ciências Ambientais da Universidade Ca' Foscari de Veneza, Itália. Possui experiência em perícias técnicas e auditorias em empresas de segmentos diversos, dentre os quais: Alimentício, Metalúrgico, Automotivo, Cimenteiro, dentre outros. Elaboração de laudos e relatórios técnicos de Segurança e Saúde do Trabalho voltados para a regulamentação e adequação de máquinas, conforme as normas de segurança vigentes. Atua como coordenadora de engenharia de segurança do trabalho em empresa conceituada de Engenharia e Consultoria. Especialista em NR 12, NR 10, gestão de pessoas e documentação técnica.

## IURI ASSUNÇÃO FELIPPE

Graduando 9º período no curso de Engenharia Mecânica Vitória - ES

## IVETE DE FÁTIMA ROSSATO

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Maria (1993), graduação em Química Licenciatura pela Universidade Federal de Santa Maria (1987), Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (1996) e Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (2002). Atualmente é professor titular da Universidade do Sul de Santa Catarina e Coordenadora do curso de Engenharia Química, Gestão da Produção Industrial (UnisulVirtual) e Coordenadora do curso Logística (UnisulVirtual). Tem experiência na área de Engenharia de Produção e Engenharia Ambiental, com ênfase nos seguintes temas: Gerenciamento de Processo, Gestão Ambiental, Educação Ambiental , ISO 14000 e Analise do Ciclo de Vida -ACV.

## JARDSON GUILHERME PAIXÃO LIMA

Graduando em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Pará - UEPA.

## JOÃO VICTOR VALENCIANO ROCHA

Engenheiro de Produção formado pela UNIVEM.

## JOSÉ DE FIGUEIREDO BELÉM

Doutorando em Engenharia de Produção e Sistemas - UNISINOS, Mestre em Economia - UFC, Especialista em Finanças, Marketing e Docência do Ensino Superior - Unileão, Formação em

AUTORES

Administração - Unileão. Professor dos Cursos de Graduação em Administração, Gestão Comercial e Ciências Contábeis da Unileão. Professor Nos cursos de Especialização da Unileão e da UNIVS.

## JOSE EDUARDO DE CARVALHO LIMA

Doutorando em Engenharia de Produção e Sistemas pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS. Professor do Centro Universitário Dr. Leão Sampaio - UNILEÃO e da Faculdade Paraíso - FAPCE.

## JOSÉ ROBERTO DE BARROS FILHO

Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1993), mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (1999) e doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (2008). Atualmente é diretor - Experientia Desenvolvimento Humano, professor 3o grau da Universidade do Sul de Santa Catarina e coordenador curso de engenharia de produção da Universidade do Sul de Santa Catarina. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Planejamento, Projeto e Controle de Sistemas de Produção, atuando principalmente nos seguintes temas: controle da produção, PCP, gerenciamento de processos, planejamento e controle da produção e implementação de sistemas chão de fábrica.

## JOSIANO CESAR DE SOUSA

Administrador, mestre em administração - universidade católica de salta. Doutorando em engenharia de produção e sistemas - Unisinos. Professor da unidade de ensino superior do sul do Maranhão - Unisulma.

## KIMBERLEE JOSIENE BONATTO

Técnica em Logística pelo SENAI/PR, estudante de administração no Centro Universitário Uniandrade (Curitiba/PR) e atua na área de Recursos Humanos.

## LECHAN COLARES-SANTOS

Possui graduação (2007) em Administração e mestrado (2012) em Administração pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Atualmente é Doutorando em Administração pela Universidade Estadual de Maringá (UEM) e professor mestre da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE). Tem experiência na área de Administração, com ênfase em Agronegócios, atuando principalmente nos seguintes temas: avaliação de desempenho, produção e logística.

## LILIAN VANESSA NERIS

Estudante de administração no Centro Universitario Uniandrade (Curitiba-PR) e atua na área de Expedição (Logística).

## LUANNA GOMES DE JESUS

Graduanda em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Pará - UEPA

## LUCAS DOS SANTOS ALTHOFF

Possuo experiência como líder de equipe de melhoria na área de gestão de pessoal de órgão federal, integrando conhecimentos da área de processos, requisitos de TI e gestão por competências, a fim de propor melhorias sistêmicas agregando no desempenho da organização.

AUTORES

## MANON GARCIA

Doutora em Gestão Urbana (PUCPR - 2015), Mestre em Gestão Urbana (PUCPR - 2014), Bacharel em Administração, especialista em marketing, logística e metodologia para EaD. Coordena o curso de Gestão Pública no Centro Universitário Internacional UNINTER. Linhas de pesquisa: políticas públicas, qualidade de vida urbana, bem viver, ecossocioeconomia urbana, gênero, políticas para mulheres, indicadores, desenvolvimento territorial, logística urbana e metodologia.

## MARCELA MILAN PIZZECO

Graduada em Engenharia de Produção UFU, 2019.

## MARCELO VASCONCELOS DE CARVALHO

Possui graduação em Engenharia Mecânica Aeronáutica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (2005), mestrado (2007) e doutorado (2012) em Engenharia Aeronâutica e Mecânica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Atualmente é professor adjunto da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Ponta Grossa. Tem experiência na área de Engenharia de Materiais e Metalúrgica, com ênfase em Usinagem, atuando principalmente nos seguintes temas: quick-stop test, compact graphite iron, austempered ductile iron, cutting parameters, manufatura aditiva e comando numérico computadorizado. Autou em 2018-2019 como coordenador e professor do curso de especialização em Indústria 4.0 In-company.

## MARCO ANTONIO CATUSSI PASCHOALOTTO

Doutor e Mestre em Administração de Organizações pela Universidade de São Paulo (USP - FEA/RP), com sanduíche pela Università degli studi di Roma Tor Vergata (Itália) e pela Indiana University (EUA), Graduado em Administração Pública pela UNESP (Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"), com sanduíche pela Universidade de Coimbra (Portugal), Pesquisador do GPublic (Centro de Estudos da Gestão Pública Contemporânea) e Professor do departamento de administração da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE). Possui experiência em Consultoria Empresarial e Pública, com atuação nas áreas de finanças corporativas e Administração Pública.

## MARCOS LAJOVIC CARNEIRO

Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Goiás (2007), Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Goiás (2009), Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade de Brasília (UnB) e Universidade de Bordeaux I (co-tutela), pós-doutorado realizado na Université de Bretagne Occidentale (Brest - França) em conjunto com o laboratório CEA-Leti em Grenoble (França). Atualmente é professor efetivo na Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-GO), coordenador do Núcleo de Inovação Tecnológica e do Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas. Hoje suas pesquisas principais estão em robótica e impressão 3D. orcid.org/0000-0003-1408-3049

## MARIA EDUARDA DE JESUS SANTOS

Graduanda em Engenharia de Produção pelo Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG. Atua como pesquisadora em projeto de extensão e de iniciação cientifica. Atualmente é assessora de PMO na empresa Júnior da Universidade na qual estuda, onde já ministrou aula, palestra e minicursos, assim como foi tutora de disciplinas para os cursos de licenciatura em física e bacharelado em Engenharia de Produção e Engenharia Mecânica. Além disso, é autora de artigos publicados em periódicos nacionais.

AUTORES

## MARLENE DE FÁTIMA CAMPOS SOUZA

Doutora em Ciências Sociais pela PUC/SP, mestre em Ciências Contábeis e Autuariais pela PUC/SP e Bacharel em Ciências Contábeis pela FACCAC. Pró-Reitora Administrativa do Centro Universitário Eurípides de Marília - UNIVEM e Coordenadora do curso de Ciências Contábeis da mesma IES.

## MARTA DE FÁTIMA VENCATO

Mestre em Desenvolvimento de Tecnologia no Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia, Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento em parceria com Instituto de Engenharia do Paraná. Graduada em Análise de Sistemas - Fac. de Cienc. Econ., Cont. e de Adm. Prof. De Plácido e Silva (1989) e Bacharelado em Sistemas de Informação pelo Centro Universitário Campos de Andrade (2005). Atualmente é professor dos Cursos: Análise e Desenvolvimento de Sistemas e Administração do Centro Universitário Campos de Andrade e analista de sistemas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

## MATEUS ATIQUE

Possui graduação em Administração pela Universidade Ceuma (2016). Atualmente é aluno de graduação em Engenharia de Produção na Universidade de Brasília. Tem experiência na área de Administração, com ênfase em Gerenciamento de Projetos e Gestão Estratégica. Atualmente é supervisor de Requisitos de TI no projeto MAP, uma parceira da EPR/UnB com o Exército Brasileiro.

## MATHEUS COSTA ALCÂNTARA

Graduando em Engenharia de Produção na Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM).

## MAURICIO ANDRADE DE LIMA

Pós Doutorado em Administração (Estratégia) pela UNINOVE (2018); Doutor em Engenharia de Produção pela UFSC (2003); Mestre em Engenharia de Produção pela UFSC (1999) e Especialista em Gestão e Liderança Universitária pela Universidade de Sherbrook Canadá / IGLU / OUI / UNISUL (2004), Graduado em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (1992). Professor e pesquisador do Programa de Pós-Graduação (mestrado e doutorado) em Administração da Universidade do Sul de Santa Catarina. É pesquisador do grupo de Pesquisa em Estratégia e Competitividade e Estratégia e Projetos da UNINOVE. Pesquisador Colaborador do Centro de Desenvolvimento Sustentável/Grupo de Pesquisa em Eficiência Energética e Sustentabilidade (Greens), Unisul.

## MURILO BARROS ALVES

Doutorando em Engenharia de Produção pela Universidade Vale do Rio Sinos - São Leopoldo RS. Mestre em Ensino da Matemática pela PUC-MG, Especialista em Fundamentos da Matemática pela PUC-MG, possui graduação em Ciências Com Habilitação Plena Em Matemática - Faculdades da Associação Educativa Evangelica (1994). Atualmente é professor nível I da Devry Facimp e professor assistente I da Universidade da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), ocupa o cargo de Coordenador de Tecnologia de Informação. Ocupou também o cargo de Chefe do Departamento de Matemática e Física do Centro de Estudos Superiores de Imperatriz - UEMA do período de 2007 a 2010, agora coordena o curso de Pós-graduação Latu Sensu em Estatística Aplicada às Ciências da Uema 2013 a 2016

## PAULO CUSTODIO DO NASCIMENTO

Engenheiro de produção e pós graduando em adm industrial pela USP. Possui 17 anos de experiência em indústria.

AUTORES

## PAULO ROBERTO MAY

Graduado em Engenharia Elétrica, na UFSM, com atribuições em Eletrotécnica, Eletrônica e Telecomunicações. Mestrado em Engenharia de Produção na UFSC. Curso de Productivity Management no Japan Productivity Center for Socio-Economic Development, pela JICA no Japão. Desenvolveu atividades na Celesc - Centrais Elétricas de Santa Catarina. SENAI e atualmente é professor na UNISUL nos cursos de Engenharia Elétrica, Produção e Civil, nas áreas de distribuição de energia, gestão empresarial e qualidade.

## RAFAEL FERREIRA ALMEIDA

Engenheiro de Produção na Petrobrás Distribuidora. Foi Oficial Engenheiro na Marinha do Brasil, Consultor Senior de Logística e Supply Chain na Ernst & Young Terco e Engenheiro na SuperVia Trens Urbanos. Formado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Fluminense, possui especializações em Engenharia de Produção pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Logística Empresarial pela Universidade do Estado do Rio e Janeiro e em Administração de Empresas pela Fundação Getúlio Vargas. Atualmente é mestrando em Logística pelo Departamento de Engenharia Industrial da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

## RAFAEL OVEJANEDA MORETTI

Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade de Araraquara (Uniara); Estagiou em Aluminio FortLar Araraquara trabalhando na análise de eficiência e no Controle Estatístico de Processos (CEP) das máquinas.

## RAFAELA APARECIDA DE ALMEIDA

Doutoranda e Mestre em Gestão Urbana pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). Possui MBA em Negócios internacionais pela UNINTER - Centro Universitário Internacional. Atua como docente no Centro Universitário Internacional - UNINTER. Membro do corpo editorial da Revista Brasileira de Gestão Urbana - URBE (qualis A2). Atua nas áreas de logística, comércio exterior , secretariado e gestão urbana.

## RAMON SUASSUNA DOS SANTOS

Administrador do Instituto Federal do Ceará - IFCE. Graduado em Administração no Centro Universitário Dr. Leão Sampaio - UNILEÃO. Especialista em Consultoria e Auditoria em Gestão Financeira. Tem experiência na área pública, com ênfase em licitações, contratos e planejamento público.

## ROMÁRIO AURÉLIO PEREIRA DA SILVA

Graduação–Engenharia Civil ênfase em Transportes–Escola de Engenharia Kennedy-1978. Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho – Fundacentro -1980. Bacharel em Direito – UFMG – 1991. Mestre em Estruturas – UFMG – 2005. Professor Titular das Faculdades Kennedy

## SILVANA SILVA

Graduada em Administração pela UNISUL (Universidade do Sul de Santa Catarina — 07/2019) e pós-graduando em MBA em Logística e Supply Chain Management pela Faculdade Anhanguera. Atualmente é assistente administrativo e presta apoio na área de gestão da produção e gestão de estoques em uma empresa privada que atua no setor de mineração e construção civil.

AUTORES

## VALNEI CARLOS DENARDIN

Possui graduação em Ciências Agrárias pela Universidade Federal de Santa Catarina (1989) e mestrado em Ciências dos Alimentos pela Universidade Federal de Santa Catarina (1993). Concluiu os créditos de Doutorado em Engenharia de Produção. Atualmente é professor da Universidade do Sul de Santa Catarina. Tem experiência na área de Agronomia e Engenharia de Produção, com ênfase em Matérias Primas Alimentares, processos produtivos; atuando principalmente nos seguintes temas: Controle de Qualidade, Logística, estatística, plano de negócios, rastreabilidade; alimentos e gastronomia. Atua também como professor nos cursos de pós-graduação na área de logística na Unisul e Senac.

## VÂNIA ÉRICA HERRERA

Doutora em Ciências Sociais pela PUC/SP, mestre em Engenharia de Produção pela UFSCar e Bacharel em Ciências Econômicas pela UFMS. Membro do Grupo de Pesquisa "Produção, Tecnologia e Formação Profissional" do Centro Universitário Eurípides de Marília - UNIVEM e Coordenadora do curso de Engenharia de Produção da mesma Instituição.

## VÂNIA MARIA DE RESENDE

Técnica em Contabilidade pela Escola Lopes Franco, MG e atualmente graduanda do curso de Engenharia de Produção no IFMG - Campus Congonhas, MG.

## VIVIENY JANUTH ZUFFELATO

Graduando 9º período no curso de Engenharia Mecânica Vitória - ES

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7042-213-2
9 788570 422132